

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1952

N^o
24

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

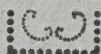
Jean Edmond Clément RICHET

NE LE 25 OCTOBRE 1923 à DIGOIN (S et L)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 15 JANVIER 1952

LE MAL DE L'AIR

Président : Professeur Leon BINET, Doyen de la Faculté



1952

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Nom du Candidat : R I C H E T

Prénoms : Jean, Edmond, Clément

Date de la soutenance : 15 Janvier 1952

Numéro d'ordre :

1

RICHET (Jean, Edmond,
Clément). - " Le Mal de
l'Air ". -

C.E.V. MARIGNANE 1953
in-8°, 99 pages

(Thèse Méd.(Etat)
PARIS, 1952, N°

2

RICHET (Jean, Edmond,
Clément). - " Le Mal de
l'Air ". -

C.E.V. MARIGNANE 1953
in-8°, 99 pages

(Thèse Méd.(Etat)
PARIS, 1952, N°

3

RICHET (Jean, Edmond,
Clément). - " Le Mal de
l'Air ". -

C.E.V. MARIGNANE 1953
in-8°, 99 pages

(Thèse Méd.(Etat)
PARIS, 1952, N°

4

RICHET (Jean, Edmond,
Clément). - " Le Mal de
l'Air ". -

C.E.V. MARIGNANE 1953
in-8°, 99 pages

(Thèse Méd.(Etat)
PARIS, 1952, N°



Digitized by the Internet Archive
in 2026

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Année 1952

N°

T H E S E

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

(diplôme d'Etat)

par

Jean, Edmond, Clément RICHET

Né le 25 Octobre 1923 à DIGOIN (Saône et Loire)

--:-

Présentée et soutenue publiquement

le 15 JANVIER 1952

--:-

LE MAL DE L'AIR

--:-

Président : Professeur Léon BINET

(Doyen de la Faculté)

--:-



OBSERVATIONS

de

MM. LES MEMBRES DU JURY

--:-

DOYEN HONORAIRE :

M. BAUDOUIN,

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. BAUDOUIN, BRINDEAU, CARNOT, CHEVASSU, CHIRAY,
CLERC, DELBET, GOUGEROT (H.), GUILLAIN, HARVIER,
LAIGNEL-LAVASTINE, LAUBRY, LEMAITRE, LEMIERRE,
LHERMITTE, LIAN, LOEPER, MARION, MATHIEU, MOCQUOT,
MULON, OLIVIER, OMBREDANNE, SANNIE, SEBILEAU,
SEZARY, TANON.

DOYEN Léon BINET
Membre de l'Institut

ASSESSEUR Jean VERNE

I. - PROFESSEURS - MM.

Anatomie		CORDIER (G)
Anatomie pathologique		DELARUE (A)
Bactériologie		GASTINEL (P)
Biologie appliquée à l'Education)		CHAILLEY-BERT (P)
physique et aux sports)		
Biologie médicale		VERNE (J)
Cancérologie médicale et sociale		HUGUENIN (R)
Carcinologie		OBERLING (C)
Chimie médicale		POLONOVSKI (M)
	) Hôtel-Dieu	BROCQ (P)
Cliniques chirur-	(Saint-Antoine	CADENAT (F)
gicales	) Salpêtrière	MONDOR (H)
	(Cochin	QUENU (J)
Clinique chirurgicale réparatrice)		MERLE D'AUBIGNE (R)
et orthopédique)		
Clinique de cardiologie		DONZELOT (E)
Clinique de chirurgie infantile et)		FEVRE (M)
d'orthopédie)		
Clinique de chirurgie pleuro-pulmo-)		MONOD (R)
naire)		
Clinique de la tuberculose		BERNARD (E)
Clinique de neuro-chirurgie		PETIT-DUTAILLIS (D)
Clinique de puériculture		LELONG (M)
Clinique des maladies cutanées et)		DEGOS (R)
syphilitiques)		

Clinique des maladies du sang	CHEVALLIER (P)
Clinique des maladies du système nerveux	ALAJOUANINE (T)
Clinique des maladies des enfants	DEBRE (R)
Clinique des maladies infectieuses	MOLLARET (P)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale	DELAY (J)
Clinique gynécologique	FUNCK-BRENTANO (P)
) Hôtel-Dieu	BENARD (H)
Cliniques médicales (Bichat	LAROCHE (G)
) Cochin	MOREAU (R)
(Pitié	LEMAIRE (A)
Clinique médicale d'hydro-climatologie thérapeutique	JUSTIN-BESANCON (L)
Clinique médicale propédeutique	PASTEUR VALLERY-RADOT (L)
) Tarnier	LANTUEJOUL (P)
Clinique obstétricale (Baudelocque	LEVY-SOLAL (E)
) Port-Royal	LACOMME (M)
Clinique ophtalmologique	VELTER (E)
Clinique oto-rhino-laryngologique	AUBIN (A)
Clinique physio-pathologique des problèmes alimentaires (chaire à titre personnel)	RICHET (C)
Clinique psychiatrique infantile	HEUYER (C)
Clinique rhumatologique	COSTE (F)
Clinique stomatologique	DECHAUME (M)
Clinique thérapeutique chirurgicale	SENEQUE (J)
Clinique thérapeutique médicale	CHABROL
Clinique urologique	FEY (B)
Embryologie	GIROUD (A)
Génétique	LAMY (M)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	MOUQUIN (M)
Histologie	CHAMPY (C)
Hygiène et clinique de la première enfance	CATHALA (J)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (C)
Médecine du travail	DESOILLE (H)
Médecine légale	PIEDELIEVRE (R)
Parasitologie et histoire naturelle médicale	GALLIARD (H)
Pathologie chirurgicale	(DE GAUDART
	(D'ALLAINES (F)
Pathologie exotique	LAVIER (G)
Pathologie expérimentale et comparée	LENEGRE (J)

Pathologie médicale	BARIETY (M)
Pathologie et thérapeutique générales	DE GENNES (L)
Pharmacologie et matière médicale	HAZARD (R)
Physico-chimie médicale (chaire à titre personnel)	DOGNON (A)
Physiologie	BINET (L)
Physique médicale	STROHL (A)
Radiologie médicale	DESCREZ (H)
Technique chirurgicale	MOULONGUET (P)
Thérapeutique	TURPIN (R)

II. - PROFESSEURS SANS CHAIRE

MAITRES DE CONFERENCES-AGREGES ET AGREGES

Anatomie	(DEBEYRE (J) (DELMAS (A)
Anatomie pathologique	(GAUTHIER-VILLARS ((Mlle P) Pr.s.ch. (BUSSER (F)
Bactériologie	(FASQUELLE (R) (NEVOT (A)
Biologie médicale	BOURLIERE (F)
Chimie médicale	(ETTORI (J) (Pr.s.ch. (JAYLE (M.F) (Pr.s.ch. (SCHAPIRA (G)
Dermato-syphiligraphie	N ...
Histologie	(BULLIARD (H) (Pr.s.ch. (COUJARD (R) (DESCLAUX (P)

Hydrologie	DEBRAY (C)
Hygiène	(BOYER (H (DEPARIS (II)
Médecine légale	(DEROBERT (L) (GAULTIER (M)
Neurochirurgie	N
Neurologie	SEZE (S de)
Obstétrique	(GRASSET (J) (LEPAGE (F) (MAYER (M) (MERGER (R) (RAVINA (J) (VARANGOT (J)
Ophthalmologie	(OFFRET (G) (DESVIGNES (P)
Oto-rhino-laryngologie	(HALPHEN (E) (Pr.s.ch. (MADURO (R)
Parasitologie	BRUMPT (L)
Parasitologie coloniale ff	CHABAUD
Pathologie chirurgicale	(ABOULKER (P) (BAUMANN (J) (GOSSET (J)
Pathologie chirurgicale	(HUGUIER (J) (LAURENCE (G) (LEGER (L) (OLIVIER (Cl) (PADOVANI (P) (POILLEUX (M) (ROUX (II) (RUDLER (J-C) (VERNE (J-M)
Pathologie expérimentale	MERKLEN (P)

Pathologie médicale

(BERNARD (J)
(BOUDIN (G)
(CASTAIGNE (P)
(CONTE (M)
(DECOURT (J)
(DOMART (A)
(DREYFUS (Gilb.)
(FAUVERT (R)
(HAMBURGER (J)
(KOURILSKY (R)
(MILLIEZ (P)
(PERRAULT (H)
(RAMBERT (P)
(THIEFFRY (St.)
(TURIAF (J)
(N
(N
(N

Pédiatrie

(LAPLANE (R)
(MARIE (J)

Pharmacologie

(LEVY (Mlle J)
(Pr.s.ch.
(CHEYMOL (J.H)
(Pr.s.ch.

Physiologie

(BARGETON (D)
(Pr.s.ch.
(PARROT (J.L)

Physique médicale

(DJOURNO (A)
(GOUGEROT (L)

Psychiatrie

BARUK (H)

Psychiatrie infantile

MICHAUX (L)

Stomatologie

CHAPUT (Mme A)

Thérapeutique

PERRAULT
chargé de l'en-
seignement

Urologie

KUSS (R)

III. - PROFESSEURS HONORAIRES ET AGREGES
RAPPELES A L'EXERCICE
pour le service des examens

MM. BRINDEAU (A) (Obstétrique)
GATELLIER (J) (Clinique chirurgicale)
LE LORIER (V) (Obstétrique)
VAUDESCAL (R) (Obstétrique)

IV. - PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES
CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE
à titre permanent

MM.

Clinique chirurgicale	(AMELINE (A)
	(MENEGAUX (G)
	(PATEL (J)
	(SICARD (A)
Clinique médicale	(BOULIN (R)
	(BROUET (G)
	(CACHERA (R)
	(GARCIN (J)
Clinique médicale	(HAGUENAU (M)
	(MARCHAL (G)
	(SOULIE (E)
Clinique obstétricale	(DIGONNET (L)
	(ECALLE (G)
Clinique ophtalmologique	RENARD (G)
Clinique urologique	COUVELLAIRE (R)

Secrétaire de la Faculté
Secrétaire-adjoint

MOREL (J)
M^{le} CHAINTREUIL (G)

Conservateur

Docteur HAHN (A)

Bibliothécaires

(M. DOUAN (G)
(M^{les} DUMAITRE (P)
(GOICHON (A-M)
(LENOIR (G)
(METIN (F)

Par délibération en date du 9 Décembre 1798,
l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les
dissertations qui lui seront présentées, doivent
être considérées comme propres à leurs auteurs et
qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni
improbation.

A la mémoire de mon Père,

Le Docteur Albert RICHEL.

A ma Mère,

Faible témoignage de ma reconnaissance.

A ma Femme,

En témoignage de ma profonde affection

MEIS et AMICIS

A notre Président de Thèse,

Monsieur le Professeur Léon BINET,

Doyen de la Faculté de Médecine de Paris,
Professeur de Physiologie à la Faculté de
Médecine de Paris,
Médecin Chef de l'Hôpital NECKER,
Membre de l'Institut,
Membre de l'Académie Nationale de Médecine,
Grand Croix de la Légion d'Honneur,

Qui nous a fait le grand honneur
d'accepter la présidence de
cette thèse,

Qu'il trouve ici l'expression de
notre respectueuse reconnais-
sance.

A nos Maîtres des Hôpitaux de Paris

A Messieurs les Professeurs Honoraires

Fernand LEMAITRE
GOUGEROT
HARVIER

A Messieurs les Professeurs

CADENAS
R. DEBRE
ALAJOUANINE
MOLLARET
QUENU

A Messieurs les Professeurs agrégés

SUREAU (in memoriam)
HAMBURGER

A Messieurs les Médecins des Hôpitaux

JANET
MAURER
LECHELLE

Hommages respectueux

A l'Ingénieur Général BONTE

Directeur du CENTRE D'ESSAIS EN VOL

Que nous remercions de nous avoir permis
de réunir de nombreuses observations
sur le mal de l'air.

En témoignage de notre respectueuse gratitude.

Nous exprimons notre respectueuse gratitude

à Monsieur le Médecin Colonel GRANDPIERRE,
Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy
qui nous a confié le sujet de ce travail et en
a surveillé l'exécution.

à Monsieur le Médecin Commandant ACHIARY
Médecin-Chef du Centre d'Essais en Vol
qui nous a aidé et guidé dans notre travail

Mes remerciements vont également

à Monsieur le Pharmacien chimiste en chef GREGOIRE
Chef du Service de Documentation au C.E.B.A.

à Monsieur le Pharmacien Capitaine BIGET
qui nous a guidé dans nos recherches bibliogra-
phiques en mettant à notre disposition tous les
documents nécessaires à l'élaboration de ce
travail.

au Capitaine PEYRET
qui nous a mis au point les notions de mécanique
aéronautique indispensables.

LE MAL DE L'AIR -

INTRODUCTION

-:-

Les divers modes de transport provoquent chez certains sujets un ensemble de malaises plus ou moins accentués que l'on groupe sous le terme général de maladies cinétiques. Les plus connues sont le mal de mer, le mal d'auto et de chemin de fer, le mal de l'air.

L'aviation est devenue actuellement un moyen de transport couramment usité; effaçant progressivement les distances, l'avion est en voie de supplanter le chemin de fer et le paquebot, et il n'existe plus aujourd'hui deux points géographiques du globe terrestre dont l'éloignement soit supérieur à 60 heures en avion commercial, à 20 heures en avion de guerre rapide; si du point de vue économique et social il peut être permis de se féliciter d'un tel progrès, la question prend un tout autre aspect du point de vue médical, et elle conduit le médecin à se préoccuper des répercussions possibles des transports, sur l'organisme humain. De nombreux centres de recherches, en France et à l'étranger, ont étudié les effets physiopathologiques de l'anoxémie de l'altitude, de la dépression atmosphérique, de la vitesse, de l'abaissement de la température, du vent, de la lumière, des bruits, des vibrations. Le moteur à réaction fait son entrée dans les réalisations pratiques et pose de nombreux et nouveaux problèmes et en premier lieu, les effets des variations brusques de pression atmosphérique, etc...

Notre tâche ici, consistera à étudier les effets physiopathologiques des mouvements complexes de l'avion au cours du vol, c'est-à-dire le mal de l'air.

De nombreux auteurs étrangers se sont penchés sur cette question; en France on retrouve quelques articles traitant isolément de la pathogénie ou des traitements de cette affection, mais à notre connaissance, il n'y a pas d'ouvrages récents donnant une vue d'ensemble sur le mal de l'air.

Nous diviserons cette étude en 6 chapitres :

1er Chapitre : Définition - Rappel de quelques notions de mécanique.

2ème Chapitre : Fréquence du mal de l'air - Comparaison avec les autres modes de déplacements.

3ème Chapitre : Etude clinique et formes cliniques.

4ème Chapitre : Les recherches expérimentales - leurs valeurs.

5ème Chapitre : Etiologie du mal de l'air.

6ème Chapitre : Prophylaxie et traitement.

1er Chapitre - DEFINITION. RAPPELS DE QUELQUES NOTIONS DE

MECANIQUE.

Dans le pacifique avion de ligne qui vole à des altitudes relativement basses, se maintient au même palier et suit sa route sans esquisser la moindre ébauche de figure acrobatique, il suffit que l'air soit un peu agité et inégalement porteur, pour que se développe chez certains sujets un syndrome qui rappelle par beaucoup de points, le mal de mer et qu'on nomme mal de l'air.

Le mal de l'air ne doit pas être confondu avec ce que de nombreux auteurs : BINET et LANGLOIS (64), CRUCHET (31), FERRY (36), BERGERET (10), ont dénommé le mal des aviateurs. Le mal des aviateurs est essentiellement différent du mal de l'air; autant celui-ci est banal dans ses manifestations et par les conditions où il apparaît, autant le mal des aviateurs possède une symptomatologie particulière et obéit à des facteurs spécifiquement aéronautiques parmi lesquels l'altitude occupe le premier rang. Autant le premier est à peu près imprévisible, autant le second dépend pour un sujet donné de seuils chiffrables numériquement (seuil d'altitude, seuil d'accélération); autant le premier est d'un pronostic bénin et cesse avec le retour à la terre ferme, autant le second peut être grave, soit immédiatement (anoxémie mortelle), soit par ses conséquences ultérieures.

Le mal de l'air n'est provoqué que par les mouvements complexes imprimés à l'avion en vol. Quels sont donc ces mouvements ?

Il est nécessaire pour la clarté de l'exposé de préciser quelques notions de mécanique.

Cinématique du corps solide -

Un corps solide est un ensemble de points matériels dont les distances relatives restent invariables. Il y a un point fondamental qui jouit de propriétés extraordinaires : c'est le centre de gravité.

On démontre en effet que le mouvement le plus général d'un corps solide se décompose en deux :

1° - le mouvement du centre de gravité.

2° - le mouvement autour du centre de gravité. Ce dernier mouvement n'est composé que de rotations (ceci est fondamental)

- la vitesse d'un corps est celle de son centre de gravité

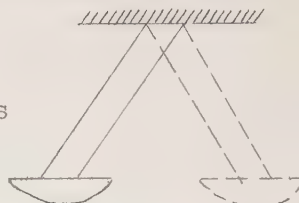
- l'accélération d'un corps est celle de son centre de gravité.

Mouvement de translation et de rotation.

On appelle mouvement de translation un mouvement dans lequel un corps se déplace de façon que les trajectoires de ses différents points puissent se superposer par translation.

Exemple : balançoire bifilaire.

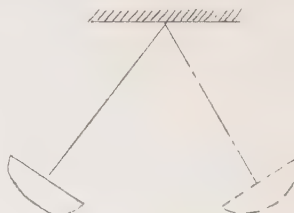
Dans ce seul cas, chaque point du corps solide a même vitesse et même accélération que son voisin.



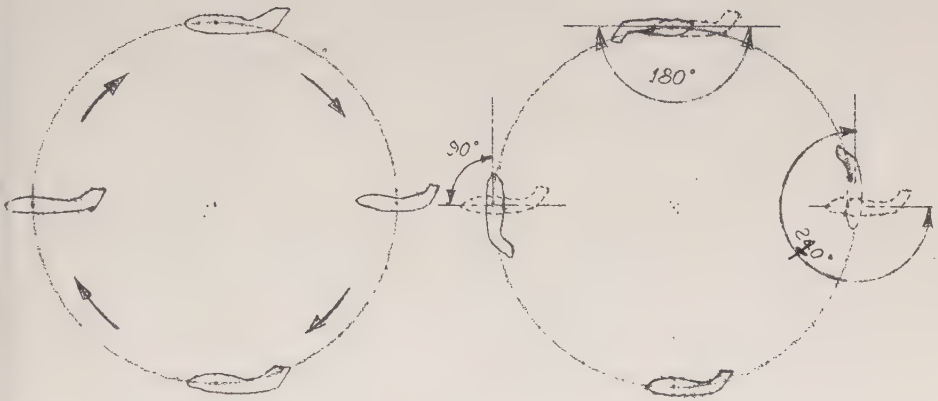
Dans ce mouvement du corps n'est plus une translation, la vitesse et les accélérations d'un point sont différentes de celles d'un point voisin.

Exemple : balançoire classique.

Chaque point du corps a une vitesse et une accélération qui sont pas égales à celles d'un point voisin.



Exemples de mouvements de corps solide : avion en looping.



Mouvement du centre de gravité
(toujours une translation)

Mouvement autour du centre
de gravité (toujours une
ou des rotations)

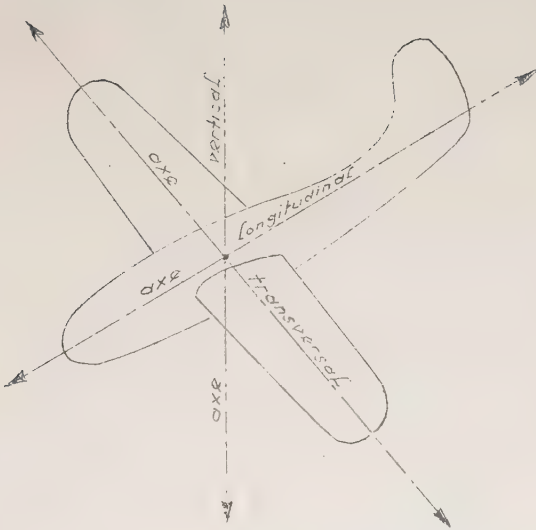
Les axes de l'avion.

On appelle axes d'un avion, les lignes de référence passant par le centre de gravité; ce sont :

- l'axe longitudinal qui est parallèle à l'axe du fuselage ou à la ligne de poussée.

- l'axe transversal qui est la ligne passant par le centre de gravité, perpendiculaire à l'axe longitudinal. Cette ligne est horizontale lorsque l'avion vole en palier ou quand il repose sur une surface horizontale.

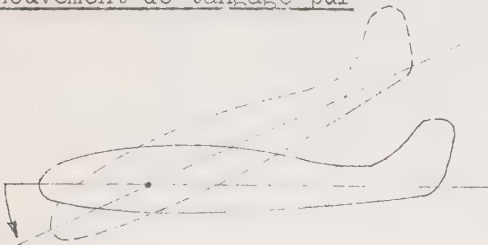
- l'axe vertical qui est la ligne passant par le centre de gravité perpendiculairement aux autres axes.



L'avion exécute autour
de ses axes 3 mouvements
fondamentaux :

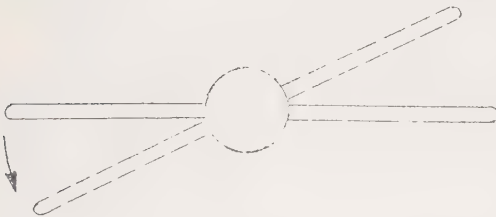
- le tangage (cabré ou piqué) qui est un mouvement angulaire autour de l'axe transverse.
- le roulis (inclinaison latérale) ou mouvement angulaire autour de l'axe longitudinal.
- le lacet (changement de cap) ou mouvement angulaire autour de l'axe vertical.

Mouvement de tangage pur -



l'avion pique

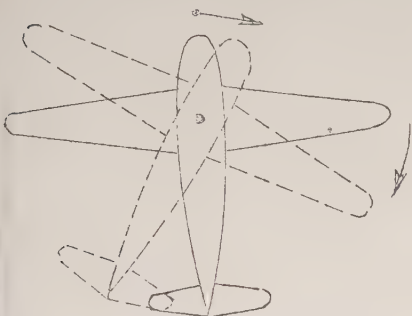
Mouvement de roulis pur -



l'aile droite s'abaisse

avion vu de face

Mouvement de lacet pur -



l'avion tourne vers sa droite

Dans le cas général, le pilote effectue un mélange de ces trois mouvements de rotation autour du centre de gravité de l'avion.

2ème Chapitre - FREQUENCE - COMPARAISON ENTRE LES

DIFFERENTS MODES DE DEPLACEMENT.

Au cours de ces dernières années on a pu se persuader, contrairement à ce qu'on croyait autrefois, que le mal de l'air n'était pas seulement l'apanage d'un petit nombre de passagers spécialement prédisposés; il est d'observation courante que certains mouvements peuvent ne déterminer aucun symptôme ou ne déterminer que des symptômes légers chez certains sujets, alors que chez d'autres ils provoquent des symptômes graves. De même selon la susceptibilité individuelle, le mal des mouvements peut apparaître quelques minutes à de nombreuses heures après l'exposition aux mouvements. Il apparaît qu'un sujet peut résister à un type de mouvements, mais non à un autre; par exemple quelques sujets supportent mieux les rafales verticales que les mouvements légers et continus autour du centre de gravité; il est prouvé que certains sujets deviennent rapidement malades sur une balançoire alors qu'ils supportent facilement un déplacement en avion.

Ce ne fut que quand les exigences de la deuxième guerre mondiale provoquèrent une demande urgente d'informations précises sur ce sujet, que les données furent recueillies, indiquant avec quelque précision la proportion de la population sujette au mal des mouvements. Il apparaît que presque tous les sujets normaux peuvent être rendus malades par le mouvement. Il y a, bien entendu, des facteurs exerçant une influence.

HEMINGWAY et E.L. GREEN (49) ont constaté que durant l'entraînement initial des élèves aviateurs (Collège Flight, Training Program), 11 % des 2689 élèves furent malades au cours de l'un ou de plusieurs de leurs 10 premiers mois. RUBIN (101 bis) constate la même fréquence dans une étude portant sur 837 élèves dans un détachement de débutants. MATHEWSON (80) signale que parmi 2682 élèves d'équipage aérien, 15 % furent malades au moins une fois durant leur entraînement. MAC DONOUGH (82) a observé que 65 % parmi 38 élèves aviateurs disaient avoir ressenti le mal de l'air une ou plusieurs fois au cours de 4534 missions.

De même dans une étude portant sur 1006 membres du personnel volant entraînés sur bombardiers de combat, D.M.GREEN (45) a constaté que durant l'entraînement 52 % des 176 bombardiers navigateurs ont éprouvé des troubles une ou plusieurs fois et que 23 % ont été malades 5 fois et plus.

Des auteurs australiens (87) ont constaté que la fréquence du mal de l'air chez les élèves navigateurs était de 33 %; le mal persistait souvent chez 10 % de ces sujets.

La fréquence de la maladie a souvent été évaluée en " missions hommes " (man missions). Ex. : (50 hommes au cours de 100 vols = 5.000 " missions hommes ").

BROWN, BRETT et HOWLETT (21) ont trouvé une fréquence de 8,3 % durant 2775 missions hommes parmi 91 élèves navigateurs. MAC DONOUGH (81) a signalé une fréquence de 15,6 % parmi 38 élèves navigateurs au cours de 4534 missions hommes. Dans une étude faite dans la Marine, une fréquence de 7,5 % a été trouvée parmi 531 vols d'élèves. Lorsque les traversées étaient rudes, comme ce fut le cas dans 205 de ces " missions hommes ", la fréquence fut de 25 %. La pratique consistant à signaler le taux de maladie sur la base des " missions hommes ", montre l'importance du problème pour les services armés, mais elle ne marque pas la vraie situation puisque les effets de l'adaptation et l'influence des différents degrés de rudesse des conditions de vol ne sont pas indiqués.

Au cours d'une manoeuvre aéroportée comprenant 10.070 hommes et comportant un vol de 209 à 241 km dans ces conditions de vol idéales, la fréquence fut de 3,56 % (82). LITTAUER (72) a rapporté une fréquence de 80 % dans un vol de 5 heures comprenant des troupes aéroportées, par avions et planeurs. PARK (93) a trouvé une fréquence moyenne de 35 % durant des manoeuvres de planeurs. Au cours d'une étude expérimentale du mal de l'air, 65 parachutistes, non choisis mais expérimentés, ont été exposés à des " tactiques évasives modérées " (manoeuvres de débordement de l'avion entraînant changement de cap et changement d'altitude); au bout de 20' tous les 65, plus 4 observateurs et 2 opérateurs radio avaient le mal de l'air.

Dans beaucoup d'études expérimentales du mal de mouvement, des balançoires ont été utilisées.

PARKER, FIELD et SELLERS (94) ont signalé que 36,4 % des 2950 sujets soumis à un test de balancement de 30 minutes ont manifesté des symptômes de mal de mouvement.

HEMINGWAY (53) a constaté que dans un groupe de 489 adultes jeunes normaux exposés au mouvement d'une balançoire pendant 20 minutes (ou moins quand survenaient des vomissements), 29 % furent malades. Dans une étude (52) portant sur 1500 hommes de la R.A.F. dont les antécédents de mal de l'air étaient connus, ce test bref de balancement donne des taux de cas de vomissements qui variaient de 11,3 % pour les sujets n'ayant jamais ressenti le mal de l'air, à 65,4 % pour les sujets éliminés pour avoir éprouvé le mal de l'air. NOBLE (89) a employé un test de balancement plus sévère, 56,6 % des sujets ont été malades.

Pour l'aviation civile, la fréquence est moindre, du fait du confort d'une part, et des meilleures conditions de vol; mais elle est tout de même assez marquée lorsque les conditions atmosphériques sont mauvaises. Sur les lignes commerciales ont admet que 3,7 % des passagers en sont atteints. En conclusion, on peut admettre qu'en général, en s'exprimant en " mission hommes ", 13,8 % sont atteints du mal de l'air en aviation militaire et 3,7 % seulement sur les lignes commerciales.

Prédisposition individuelle et adaptation

Il a été signalé ci-dessus, et c'est un fait bien connu qu'il existe de grandes variations individuelles de la susceptibilité au mal de mouvement. Le fait de ne pas avoir contrôlé ce facteur au cours des recherches expérimentales a conduit à de nombreuses erreurs.

Au cours de telles recherches, il est essentiel d'employer ou des sujets soigneusement triés, de susceptibilité connue, ou, si cela n'est pas possible, de vastes groupes hétérogènes divisés au hasard en un nombre nécessaire de sous groupes.

On a déclaré que les enfants au-dessous de 2 ans et les personnes d'un certain âge montrent moins de susceptibilité que celles d'âge moyen. (9), (11), (19), (20), (33), (57). NOBLE (89) a pu noter que la susceptibilité au mal de balancement augmente au-dessus de 40 ans. On a soutenu avec de rares preuves à l'appui, que la fréquence est plus grande chez les femmes que chez les hommes et qu'il existe des différences suivant les races (11), (19), (20), (27).

Beaucoup de sourds-muets et de personnes atteintes de lésions de l'oreille interne sont immuns (22), (74). On a longtemps soutenu que les névropathes sont plus sujets au mal de mouvements que les sujets bien équilibrés, mais il n'y a que très peu de preuves à l'appui de cette opinion très répandue. De nombreux auteurs (32) ont proclamé que les sujets présentant une excitabilité anormale du système parasymphatique (la vagotonie d'EPPINGER et HESS), sont particulièrement susceptibles. Les résultats d'apparence favorable obtenus dans le traitement du mal de l'air avec l'atropine, ont constitué la base principale de cette idée.

La preuve existe que chevaux, chiens, vaches, moutons et poulets sont sujets au mal de l'air (23), (36) et que les lapins, les cobayes et les pigeons sont immuns (23), (62). Les chiens déploient des degrés de susceptibilité à peu près les mêmes que ceux déployés dans la race humaine (90), mais les chats et les singes sont très résistants (5), (87).

On estime que 95 % environ de tous les sujets susceptibles sont capables de s'adapter au mouvement. HEMINGWAY (54) dans une étude pratiquée sur 198 élèves aviateurs, a constaté une diminution progressive de la fréquence du mal de l'air durant les périodes d'entraînement; 84 % de ces sujets furent malades durant les premiers vols et 10,5 % seulement durant le 10ème vol. La diminution des symptômes du mal de l'air fut plus rapide au cours des 5 premiers vols qu'au cours des 5 suivants. JOCKES (61) a relaté que, alors que la fréquence du mal de l'air était de 17 % durant les quelques premières heures de vol, elle s'abaissait à 0,5 % après 10 h. de vol. L'adaptation se fait aussi sur les balançoires. Dans une étude portant sur 254 canonniers de l'aviation, JOCKES a constaté que, bien que la fréquence de malaise durant une première séance de balancement ait été de 20 %, 2,8 % seulement des sujets qui avaient éprouvé le malaise ne réussirent pas à s'adapter au cours des séances suivantes. MANNING (79) a divisé 100 sujets pris au hasard en 2 groupes. Ceux d'un groupe furent balancés pendant 15 minutes, 10 jours successifs; ceux de l'autre groupe ne furent balancés que le 11ème jour. Le 11ème jour, le pourcentage des malades fut de 18 dans le premier et de 42 dans le deuxième.

En dépit de quelques rapports contradictoires, on a la preuve que l'adaptation à un type de mouvement n'adapte pas nécessairement le sujet aux mouvements produits par un navire, un aéroplane ou un appareil d'expérience différent. GIBSON, MANNING et COHEN (39) dans une étude portant sur 150 élèves aviateurs, qui s'appliquait à 4.000 séances de balancement et à 1250 vols, a constaté que les expositions quotidiennes de 15 minutes au mouvement d'une balançoire pendant 2 semaines, avant et durant la période de vol, ne réduisaient pas le taux des cas de mal de l'air.

Il apparaît que la capacité d'adaptation est minimum ou nulle chez les sujets grandement susceptibles qui constituent 3 à 5 % de la population. BROWN, MC ARDLE et MAGLADERY (22) ont fait la preuve que quelques sujets très susceptibles acquièrent une tolérance progressive lorsqu'ils sont exposés de façon répétée à un mouvement de balancement. MORTON et MC EACHERN (84) ont essayé de produire l'adaptation chez un aviateur très susceptible qui avait été maintenu à terre à cause du mal de l'air persistant; 23 jours d'exposition quotidienne de mouvement n'ont réussi qu'à produire un léger degré de tolérance, cela n'a pas suffi pour le rendre capable de reprendre son service d'aviateur.

Bien que le mal de l'air et le mal de mer appartiennent tous deux à " la maladie des mouvements ", il serait bon de distinguer certains aspects de ces deux formes.

Ces deux affections étant reconnues comme des formes véritables de la maladie des mouvements, il serait peu plausible de les considérer comme deux cas cliniques absolument différents. Cependant dans chacun de ces cas, on est frappé par les différences qui caractérisent l'excitation provoquée par le mouvement. En général, on attribue l'origine du mal de mer à l'ensemble des accélérations dont l'intensité, faible au départ, s'amplifie par la suite graduellement. Par contre, dans le mal de l'air, les accélérations sont en général brutales, précipitées et s'amplifient considérablement pendant un temps qui va de zéro à une seconde ou une minute; dans le mal de mer, la période varie toutes les heures.

Pour se résumer disons que dans le mal de l'air, les accélérations sont en général plus brutales, plus violentes, plus irrégulières et d'une amplitude plus grande que dans le mal de mer.

Ceci nous entraîne à poser la question suivante :

les moyens expérimentaux (balançoires) qui donnent naissance à des accélérations rythmées, régulières, provoquant la maladie du mouvement ont-ils plus de corrélation avec le mal de mer qu'avec le mal de l'air?

HEMINGWAY (52) rapporte sur le mal de l'air les constatations suivantes :

- 15.000 hommes ont été divisés en 7 groupes suivant les antécédents qu'ils fournissent relativement au mal de l'air, au mal de mer ou à des maux similaires provoqués par tout autre mode de déplacement. Les sujets sont soumis à un test aux balançoires; les vomissements surviennent chez 11,3 % des aviateurs n'étant pas sujets au mal de l'air, et chez 65,4 % des sujets éliminés pour mal de l'air.

Le test aux balançoires n'est pas infaillible, 9,6 % des sujets éliminés pour mal de l'air ne furent pas malades au cours des expériences sur les balançoires et d'autre part 27,6 % d'une série d'aviateurs ayant volé plus de 30 heures sans ressentir le mal de l'air n'ont pu résister à l'épreuve des balançoires. -

HEMINGWAY (52) comparant les résultats de ses travaux (et les antécédents des sujets du mal de l'air, de mer ou de tout autre mal similaire), conclut que la susceptibilité aux malaises sur les balançoires, est plus grande chez les aviateurs non sujets au mal de l'air que chez les marins non sujets au mal de mer. Toutefois ces caractéristiques ne sont plus, par elles-mêmes, des tests de disqualification.

3me Chapitre - ETUDE CLINIQUE ET FORMES CLINIQUES DU

MAL DE L'AIR -

La symptomatologie du mal de l'air constitue un point important non seulement pour l'évaluation des mesures prophylactiques et curatrices, mais aussi pour la standardisation des procédés employés dans la production expérimentale du mal de l'air. Il y a de nombreuses descriptions cliniques de ce mal (II), (I9),

Certains auteurs ont tenté de classer les cas de mal de l'air sur la base de la théorie de la vagotonie et de la sympathicotonie (23, 56, 130). Ils ont distingué ainsi deux formes de mal de mouvement, une dans laquelle les signes de stimulation parasympathique sont prédominants et une autre caractérisée par l'action prédominante du système sympathique. La validité de cette classification, comme la doctrine sur laquelle elle est basée, est mise en doute et de récents auteurs l'ont abandonnée (53, 88, 105).

Mal de l'air somatique ou mal de l'air vrai.

Bien que les symptômes du mal de l'air varient quelque peu en nombre et en intensité d'un sujet à un autre, on peut dire qu'ils sont les suivants, en les rangeant approximativement dans leur ordre d'apparition : dans certains cas, un léger état de somnolence peut marquer une transition entre une réaction subjective au mouvement quelque peu agréable et une réaction suggérant l'idée de maladie, puis se confirme une sensation de déséquilibre; un malaise difficilement définissable s'empare du sujet donnant le sentiment d'insécurité et de subanxiété. Cette sensation est suivie de symptômes divers : pâleur surtout faciale, souvent due à l'apparition de sueurs froides qui semblent être le signe le plus sûr et le plus constant du début de la maladie. Baillements, salivation abondante, d'où déglutitions incessantes.

Si le sujet peut s'allonger et ne plus bouger, la sensation de déséquilibre s'atténue généralement et les symptômes s'amendent. Mais le plus souvent la respiration s'accélère en devenant superficielle, des douleurs gastriques ou intestinales peuvent se produire et la crise aboutit à l'état nauséux, bientôt suivi de vomissements.

Ces derniers sont indépendants de l'état de remplissage de l'estomac; ils sont d'abord accueillis par le malade comme un soulagement mais les symptômes reprennent rapidement de l'acuité; le sujet est prostré, anéanti, fatigué par les efforts incessants dus à ces nausées, indifférent à tout, souhaitant enfin n'importe quel incident pour que l'avion atterrisse enfin.

La céphalée et vertige sont des symptômes vagues qui ne surviennent pas régulièrement et ne peuvent pas servir de critère spécifique.

A l'examen clinique, on constate un pouls petit, rapide, filant; d'après les statistiques américaines, les pulsations diminuent généralement sur les sujets légèrement malades et augmentent chez les vomisseurs.

La pression artérielle peut, soit s'élever, soit s'abaisser, elle est généralement élevée pendant la période des vomissements, elle baisse ensuite pouvant s'accompagner d'un pincement de la différentielle, la pression minima restant quasi constante.

On note parfois un abaissement de la température centrale.

L'observation du réflexe oculocardiaque et du réflexe solaire révèle des perturbations traduisant un déséquilibre vagosympathique, (Ch. RICHEL et DUBLINCAU)(100).

Il est bon de noter que le nystagmus a rarement été observé, si même il l'a jamais été; le nystagmus et le vertige vrai surviennent quand le malaise est produit par des mouvements de rotation.

On n'a constaté aucun changement important de la formule sanguine; l'hyperventilation entraîne de la cétose. L'hypotonie et l'hypomotilité gastriques sont souvent produites par le mouvement; elles surviennent plus souvent parmi les sujets susceptibles que parmi ceux qui sont relativement immuns, mais elles ne semblent pas accompagner invariablement le mal de mouvement.

Evolution.

Chez les sujets normaux, la crise disparaît brusquement ou s'atténue pour cesser après quelques heures, dès que prend fin la cause qui l'a produite.

Formes cliniques.

L'ensemble des symptômes que nous venons de décrire ne s'observe pas toujours.

- I - Les formes frustes, se réduisant à de la sialorrhée avec régurgitations ou une diarrhée profuse, ou une pollakiurie, ou des céphalées, ou des insomnies tenaces.
- II - Les formes légères, avec sensations vertigineuses, sueurs froides, sialorrhée et nausées, sont les plus fréquentes.
- III - Les formes graves, avec prostration, pouls petit et filant, chute de la pression artérielle, sont rares.

Cependant, les crises subintrantes du mal de l'air peuvent aggraver une affection préexistante cardiaque ou hépatique, par exemple.

- IV - Le mal de l'air mental, nous retiendra plus longtemps et doit être considéré comme essentiellement différent du mal de l'air somatique.

La peur, l'appréhension du retour d'un mal déjà subi, la suggestion et le pithiatisme en sont les éléments psychiques; la constitution émotive en est souvent le terrain.

Dans le mal de l'air mental manque le substratum physique qui est le mouvement de l'avion au cours du vol, le sujet étant malade avant de monter à bord. Il s'agit le plus souvent de femmes. Le souvenir du mal de l'air antérieurement éprouvé réveille un réflexe conditionnel. C'est l'aventure qui advint à WEISS et à PODZERSKI (95) dans leurs expériences sur les chiens. Ayant communiqué à un chien le mal du mouvement en le mettant sur un plateau animé de mouvements réalisant le roulis et le tangage, ils ne pouvaient renouveler l'expérience, le seul fait de mettre le chien sur le plateau immobile provoquait les mêmes malaises.

Ce mal de l'air mental avant le décollage se réduit le plus souvent à une sorte d'anxiété et à la nausée. En vol, il favorise le vrai mal de l'air et le dramatise de ses troubles nerveux et gastro intestinaux, parfois à tel point qu'il simule diverses maladies : insomnie, tremblement, spasmes, convulsions, contractures et même attitudes cataleptiques ; ces divers signes peuvent rendre perplexe un médecin inexpérimenté.

La psychothérapie a, dans ces cas, très souvent besoin de l'aide de médicaments calmants et hypnotiques et même de la morphine.

4me Chapitre - LES RECHERCHES EXPERIMENTALES -

MOYENS D'ETUDES ET MECANISMES

PATHOGENIQUES INVOQUES -

Les moyens expérimentaux mis en oeuvre en vue de produire la maladie cinétique et d'en déterminer le mécanisme, comprennent :

a) des appareils reproduisant artificiellement les mouvements d'un navire ou d'un avion.

POZERSKI (95) a imaginé un appareil à mouvements basculaires simulant le tangage et le roulis d'un navire.

b) des ascenseurs ou appareils leur ressemblant.

La machine à ondes de WENDT (124) est constituée par un ascenseur hydraulique, imperméable aux courants d'air, au son et à température contrôlée, qui se meut dans une cage permettant des ascensions verticales allant jusqu'à 5 m 49 : il consiste essentiellement en un accélérateur vertical dans lequel on peut faire varier la vitesse, le niveau d'accélération et l'amplitude.

c) des balançoires.

Préconisées dès 1810 par WOLLASTON, la balançoire a été utilisée sur une vaste échelle par les chercheurs russes (129), ainsi que par BROWN, MC ARDLE et MAGLADERY (22) en ANGLETERRE. Cette méthode fut bientôt adoptée par plusieurs auteurs au CANADA, en AUSTRALIE et aux ETATS-UNIS. Un des avantages de la balançoire et aussi de l'ascenseur imaginé par WENDT (124) est que les différentes caractéristiques du mouvement pouvant être contrôlées, un plus grand nombre de sujets peut être exposé à des conditions identiques de mouvements.

d) un appareil soumettant un sujet en même temps à des mouvements de rotation et à des mouvements de balancement de la tête.

En vue d'une étude expérimentale sur le mal de mouvements, SPIEGEL (110) a imaginé une chaise dans laquelle à chaque tour, la tête du sujet est balancée dans le plan sagittal ou frontal.

Ainsi l'angle existant entre le plan de rotation (horizontal) et le plan des canaux semi-circulaires horizontaux ou verticaux augmente puis diminue à chaque rotation; cela exerce sur les canaux semi-circulaires le même effet qu'exerceraient des changements répétés dans la vitesse. L'appareil se montre très apte à provoquer le malaise.

Maints chercheurs, impressionnés par la ressemblance existant entre les troubles produits par les mouvements rotatoires et ceux produits par les navires ou les avions, ont employé des chaises, des tables et autres appareils tournants. Pour que le mal survienne le sujet doit être exposé à des accélérations de sens divers et répétées.

e) Test de turbulence fictive.

Ce test a été imaginé par STRICKLAND, HAHN et ADLER (III) il consiste à faire l'essai sur un avion de transport type C. 47 (DOUGLAS DC 3) effectuant un vol avec des turbulences simulées, créées par action d'un pilote expérimenté, sur les commandes de l'appareil.

Les études effectuées grâce à ces différents dispositifs expérimentaux, jointes aux observations cliniques faites en avion et en bateau, ont conduit à invoquer de nombreuses théories pour expliquer le mécanisme du mal de mouvements et du mal de l'air en particulier.

Théories diverses anciennement invoquées.

On a invoqué dans la genèse du mal de l'air :

la commotion cérébrale (WALLARTON, GILCHRIST, LARREY,) cités par RICHET et DUBLINEAU (100), l'ébranlement du liquide céphalo-rachidien (FOUSSAGIERES, ARTRIC), les troubles circulatoires encéphaliques (PELLARIN), soit congestion, soit au contraire, anémie. Citons encore la théorie miasmatique de SEMANAS, la théorie de ROSENBACH qui invoque la continuité des contractions musculaires nécessaires au maintien de l'équilibre et les troubles de l'énergétique musculaire de l'organisme, théorie qui, jusqu'à présent, n'avait pas d'appui physiologique, mais que les conceptions plus récentes de la kinesthésie et de la colloidoclasie peuvent rénover.

Enfin, la théorie de NAEF, adoptée en partie par CAZAMIAN (15) qui prétend que l'hypoépinéphrie conditionne le syndrome naupathique en produisant une insuffisance surrénale et une baisse de la tension artérielle, par l'épuisement de la réserve d'adrénaline, théorie qui pourrait peut-être être rapprochée et éclairée par les recherches récentes concernant le syndrome d'adaptation de SELYE.

La théorie respiratoire : une théorie qui mérite de retenir l'attention, est celle de la ventilation pulmonaire imparfaite, soutenue autrefois par Raphael DUBOIS (35) de LYON et DUTREMBLAY (35 bis) et reprise récemment par LEVEN (67) de PARIS . La ventilation incomplète du poumon troublée par suite des modifications de la respiration abdominale, entraîne une sorte d'intoxication par l'air résiduel; l'augmentation de la tension du gaz carbonique alvéolaire augmente l'acide carbonique du sang, ce qui augmente l'action périphérique des influx du pneumogastrique d'où état nauséux. Récemment CAMPBELL (26), GRANDPIERRE, FRANCK et VIOLETTE (43) ont montré que l'action pneumogastrique cardiaque était considérablement renforcée au cours de l'hypercapnie. D'autre part, le centre de vomissement comme on le sait, est situé dans la moelle allongée au niveau des origines du pneumogastrique, au voisinage du centre de la respiration et qu'il représente avec celui-ci, certaines relations. Pendant la nausée, la respiration est suspendue ; inversement, des inspirations profondes suffisent pour dissiper la nausée. LEVEN recommande, pour faciliter l'hématose pulmonaire de recourir à un exercice respiratoire simple qui consiste à faire une inspiration nasale courte, une expiration buccale lente et prolongée comme si l'on soufflait sur la flamme d'une bougie pour la courber sans l'éteindre. Cette expiration forcée, volontaire, bien faite, est suivie d'une inspiration fort bruyante mais spontanée.

Ces mouvements respiratoires ont l'avantage de tenir sous le contrôle de la volonté, le diaphragme, dont on connaît le rôle important dans le vomissement. On adoptera le rythme d'une série de cinq mouvements de ce genre toutes les demi-heures.

On ne peut toutefois considérer "l'arythmie respiratoire", comme l'agent causal du mal de l'air, car cette arythmie n'est très marquée que chez les sujets très agités, pusillanimes ou anormaux et elle ne provoque, à terre, chez les mêmes sujets, ni nausée, ni vomissements.

La théorie abdominale, que soutenait autrefois KENAUDREN (15) qui a été invoquée par FLAME et que LEVEN a liée à la précédente théorie, incrimine les ptoses, le relâchement des parois, le ballonnement des viscères; il faut lui accorder une certaine valeur. Cette théorie, qui admet que le mal de l'air est primitivement gastrique ou digestif mérite la discussion. On a parlé du vertige stomacal. On admet dans ce cas qu'il s'agit d'un arc réflexe dont la voie sensible emprunte les filets centripètes du pneumogastrique depuis l'estomac et l'intestin jusqu'au bulbe au niveau duquel viennent s'ajouter des influx partant du labyrinthe. La voie centrifuge doit être le phrénique et peut être les filets moteurs du pneumogastrique destinés à l'estomac et à l'intestin.

Ces considérations ont amené LEVEN à conseiller le port d'une ceinture de crêpe Velpeau de 0 m 30 de large, posée en éventail autour de l'abdomen; cette ceinture en maintenant les organes abdominaux d'une façon rationnelle constituerait une mesure prophylactique contre le mal de l'air.

La théorie de l'acidose

Pour SYDNEY JONES (113), la maladie cinétique serait uniquement une acidose.

A l'appui de cette théorie, de nombreuses recherches furent entreprises en ce qui concerne le mal de mer. SYDNEY JONES recherche l'acidose chez tous les naupathiques pendant les trois premières années de sa navigation. Il remarque que presque tous les vomissements en mer, qui n'étaient pas dus à une affection organique, s'accompagnaient d'hyperacidité urinaire avec acétonurie et guérissaient par le traitement alcalin.

La présence d'acidose dans ces cas de vomissements n'est pas due à l'inanition, car on peut la constater au départ du navire et parfois même avant le départ. Il suggère qu'il est logique de penser que le système sympathique excité peut agir sur une ou plusieurs glandes endocrines, probablement sur le pancréas; ainsi les graisses sont transformées en corps cétoniques au lieu d'aboutir à la transformation finale d'acide carbonique et d'eau.

L'opinion de SYDNEY JONES et d'ORIEL fut très discutée. La question était de savoir si l'acidose est invariablement présente dans la naupathie, si elle peut être considérée comme la cause des symptômes ou comme une conséquence de l'effet des vomissements ou de l'inanition, si elle apparaît véritablement avant le vomissement et quelle en est exactement la valeur.

La conclusion de J. BOHEC (15) est que l'acidose ne semble pas être la cause du mal des mouvements, ce n'est qu'un incident, incident fréquent surtout chez les enfants, qui commence non avant, mais après les vomissements. Cet incident traduit un trouble métabolique et glandulaire, mais comment l'expliquer ?

Il est nécessaire de tenir compte de l'état hépatique. On sait le rôle joué par le foie dans la destruction des corps cétoniques, toute acétonurie est, en partie, sous la dépendance d'une atteinte de la cellule hépatique, dans l'insuffisance hépatique, il y a toujours de l'acétonurie. Chez l'homme normal naupathique, il s'agit d'acidose fonctionnelle passagère facilement curable, même lorsque l'acidose est tellement intense qu'un observateur non prévenu penserait au coma imminent. Il n'y a pas de lésion appréciable du foie, mais il serait cependant intéressant dans ce cas d'apprécier le degré d'insuffisance hépatique par l'épreuve de la galactosurie provoquée, etc...

Théorie du choc colloïdoclasique

Expliquer pathogéniquement le mal de mer, écrit M. BOHEC (15 bis), c'est y noter le rôle capital de la pesanteur. La pesanteur est le plus constant et le plus uniforme de tous les facteurs du milieu extérieur et elle joue un rôle dans la vie de tous les êtres, mais le plus souvent, nous ne savons pas analyser son action.

L'exemple des animaux à station verticale et celui des plantes à géotropisme négatif nous montre que dans tous les cas où nous savons l'analyser, le résultat de l'activité des êtres vivants, sollicités par la pesanteur est de réagir contre cette sollicitation extérieure.

On ne perçoit la résistance à la pesanteur que quand celle-ci exerce sur nous une action de variation de vitesse et de déplacement, ce qui a lieu sur un support mobile qui monte et descend, cédant à la pesanteur, tel un ascenseur, un navire, un avion. Le corps humain n'est pas homogène : ses viscères, ses liquides et son squelette ont des densités différentes et il n'est pas fait pour supporter les variations brusques de la pesanteur apparente. Nous sommes adaptés et habitués à vivre debout ou couchés, soumis à la pression de l'atmosphère environnante et à l'action de la pesanteur selon la verticale.

Que cette pesanteur vienne à diminuer, à augmenter ou à changer de direction brusquement, à tout moment, il s'ensuit des perturbations de l'organisme qui se traduisent par des symptômes pathologiques. La pesanteur paraît agir à toutes les échelles, et c'est à l'échelle colloïdale que se fait la résistance vitale directe.

Le protoplasme vivant est un complexe de colloïdes variés, capable d'être impressionné par les oscillations les plus diverses. La pesanteur, dans la gènes du mal de l'air, réalise une rupture d'équilibre colloïdal, qui n'est pas fatale au sujet, excepté dans certains cas pathologiques exceptionnels. L'organisme en assimilant cette rupture d'équilibre se transforme, s'adapte.

Nous nous trouvons ici en présence d'un phénomène essentiellement physique et énergétique, comparable à la colloïdoclasie de WIDAL, et les phénomènes biochimiques tels que l'acidose lui sont secondaires. Un facteur extérieur, tel que le froid, la chaleur, les rayons X, le traumatisme, etc.. et, dans la question qui nous occupe, la pesanteur, peut donner un choc colloïdal. Le choc naupathique a, en effet, comme tous les chocs, une apparition inopinée, explosive, paroxysmique et éphémère, caractérisée par une excitation portant sur les deux parties fonctionnelles du système nerveux végétatif, la stimulation sympathique précédant souvent les effets de la stimulation parasympathique.

Le principal symptôme, le vomissement, est un signe si caractéristique des manifestations bruyantes du choc, que Charles RICHET l'a pris dans l'étude du choc anaphylactique chez les chiens, comme un critérium.

C'est un phénomène vital de défense, résidant dans l'intimité protoplasmique des tissus, et il est impossible de localiser la rupture d'équilibre en un point donné du corps. La majorité des théories ont le tort de ne mettre en cause qu'un seul organe ou appareil. Cette rupture d'équilibre se transmet probablement par plusieurs voies, milieu intérieur et système nerveux. Et chacun aborde la lutte contre le milieu extérieur, c'est à dire les mouvements de l'avion avec tout son tempérament, ses infériorités d'organes, ses insuffisances glandulaires, ses tares normales et ses susceptibilités cellulaires.

Si nous nous sommes étendus sur cette théorie colloïdale, quoiqu'elle n'ait plus guère de partisans à l'heure actuelle, c'est surtout parce qu'elle fait de la naupathie un "stress" suivant la dénomination actuelle à la mode, et qu'elle peut faire penser à une pathogénie différente du mal de l'air, mais non conforme à nos connaissances actuelles.

Mal de l'air et système nerveux végétatif (14).

Les constitutions vagotoniques et sympathicotoniques résultent de la rupture de l'harmonie des systèmes sympathique et parasympathique dans un sens déterminé. On considère qu'il existe des hypertonies neurovégétatives à prédominance vagotonique ou sympathicotonique : dans la question du mal des mouvements, cette conception assez simpliste, très discutée et diversement interprétée, fut un excellent instrument de travail, une hypothèse commode qui a conduit BOHEC aux conclusions suivantes :

- C'est un état de choc conditionné, comme tous les chocs de quelque nature qu'ils soient, par l'état antérieur du tonus végétatif; en général, la prédisposition vagotonique est le terrain sur lequel évolue naturellement le mal des mouvements. Ce tonus parcourt un cycle, s'accroît d'abord, bien qu'il soit parfois masqué par l'excitation passagère du sympathique, c'est à dire par l'hyperexcitabilité initiale de tout le système nerveux végétatif, puis il s'inverse.

Il y a donc vagotonie d'invasion, et sympathicotonie de résistance, qui conduit à l'insensibilité du choc, c'est à dire à la guérison. Cette crise s'accompagne d'hypotension artérielle, chute brusque de la maxima (1 à 3 cm de Hg) et aussi de la minima.

Dans la plupart des cas, il y a vagotonie constitutionnelle et hypotension et, pendant la crise, chute de la pression sanguine; le pouls est bradycardique avec des crises de tachycardie dans la station debout. La face présente une extrême pâleur, la peau est froide et moite, les pupilles dilatées et le réflexe oculo-cardiaque augmenté. Les symptômes du mal de l'air sont au complet : vertige, nausée, vomissement. Tout ceci indique un trouble parasymphatique; c'est d'ailleurs la conclusion pratique et finale de nombreuses théories exposées plus haut.

A l'appui de cette théorie qui considère le mal de l'air comme une crise hypervagotonique, BOHEC montre que chez le sympathicotonique le choc est rare, léger et de courte durée. Quant aux hypersymphaticotoniques, ils entrent dans la catégorie des réfractaires du mal des mouvements.

Les candidats du mal de l'air sont, en général, hypotendus et vagotoniques, les réfractaires ont une tension artérielle habituellement élevée et sont sympathicotoniques.

La théorie kinesthésique ou du sens musculaire.

Pour certains auteurs et en particulier pour TROCELLO (116), le vertige naupathique est essentiellement kinesthésique et il naît de la discordance qui existe entre les sensations qui arrivent à la conscience par les voies kinesthésiques et par les voies sensorielles, les unes par le cervelet, les autres directement à l'écorce et qui sont destinées à nous renseigner sur les déplacements de notre corps en relation étroite avec les mouvements de l'air.

On entend par kinesthésie non seulement la sensation des mouvements passifs mais aussi le travail de synthèse des sensations profondes de position, des mouvements actifs et des mouvements passifs, de la notion de résistance, de force et de poids.

Les mouvements de l'avion sont inattendus, surprenant brusquement les mouvements passifs imprimés au corps par les mouvements précédents. Ils demandent une orientation rapide dans les appareils de réception pour le rétablissement de l'équilibre; les sensations kinesthésiques non habituelles créent un déséquilibre statique et, par suite, le vertige, qui entraîne les autres symptômes.

Les mouvements actifs, même dans leurs formes les plus rapides, brusques et complexes, ne provoquent pas le syndrome; l'équitation, par exemple, n'engendre jamais un syndrome naupathiforme. On peut souffrir du mal de mer sur un grand paquebot aussi bien que sur un petit bateau et même dans un canot qui se berce doucement sur les vagues; mais si l'on rame, l'attention concentrée sur le travail de la rame donne les impulsions motrices suffisantes pour supprimer l'effet de ces sensations kinesthésiques non habituelles en les coordonnant et en les rendant automatiques.

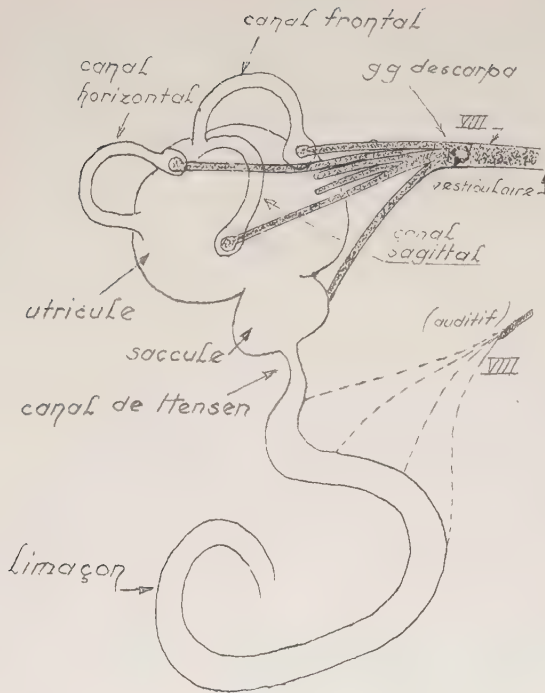
En résumé, pour les défenseurs de cette théorie, le mal de l'air serait provoqué par les mouvements passifs du corps, tendant à déterminer d'une façon continue et prolongée le déséquilibre statique et dynamique, d'autant plus nettement qu'ils se produisent par rapport à plusieurs plans normaux de l'espace.

Pour supprimer le vertige kinesthésique, il est nécessaire de faire l'éducation des sens musculaires, d'associer les mouvements actifs, destinés à maintenir la station debout verticale, aux mouvements passifs entraînés par l'avion, de façon à augmenter l'automatisme de l'équilibre.

La théorie labyrinthique.

A l'heure actuelle, presque tous les auteurs admettent que le mal de l'air traduit seulement l'existence d'une excitation vestibulaire violente :

L'appareil vestibulaire comprend deux parties :



1°/ - Les canaux semi-circulaires, au nombre de trois de chaque côté, perpendiculaires les uns aux autres. Ce sont, enfermés dans une coque osseuse, des tubes membraneux, remplis de liquide endolymphatique, leurs parois sont constituées par un épithélium non différencié, sauf au niveau des ampoules extrémités du canal où l'on trouve des cellules neuroépithéliales ciliées coiffées d'un support gélatineux entouré de ramifications du nerf vestibulaire,

Lorsque le canal est entraîné dans un mouvement rotatoire, le liquide intérieur se déplace moins vite que le semi-anneau rigide; il naît donc un mouvement contraire relatif dans le liquide. Le déplacement des cils des cellules de la crête ampullaire par le mouvement du liquide endolymphatique constitue l'excitant du système. Les canaux semi-circulaires enregistrent donc des déplacements angulaires.

2°/ - L'appareil otolithique comprend l'utricule et le sacculle. Ce sont de petites vésicules revêtues d'un épithélium non différencié sauf au niveau de la macule ou otolithe.

Dans les petites vésicules se trouvent l'otoconie formée de cristaux de carbonate de chaux, de filaments qui seraient des organes de soutien ou des éléments nerveux.

Les macules utriculaires et sacculaires sont perpendiculaires l'une à l'autre.

L'excitant du système est constitué par les variations de vitesse rectiligne ou les modifications de la position de la tête qui entraînent des tractions ou des relachements de la tension s'exerçant sur les cils des cellules neuro-épithéliales.

L'appareil otolithique enregistre les déplacements verticaux et horizontaux comme l'ont montré de récentes recherches physiologiques.

Presque tous les auteurs admettent l'intervention du labyrinthe dans la pathogénie du mal de l'air. Nous indiquerons dans le chapitre suivant les expériences et observations sur lesquelles ils se basent. Notons seulement ici que certains la considèrent comme prépondérante, d'autres comme secondaire et associée à d'autres pathogénies, mais aucun comme unique et exclusive.

La théorie oculaire :

Les impressions visuelles et le vertige provoqué par la dissociation des impressions visuelles et labyrinthiques jouent certainement un rôle dans la genèse du mal de l'air, mais un rôle adjuvant.

Ce vertige oculaire, d'après DE CYON serait le premier facteur du mal de mouvement; il prétend que le trouble oculaire se combine avec le trouble vestibulaire, l'oeil étant en connexion avec le labyrinthe par l'intermédiaire des nœuds des 3^{me}, 4^{me} et 6^{me} paires et que les sujets qui n'ont pas de troubles de la 3^{me} paire ne souffrent pas en général du mal de l'air, que certains sujets se trouvent mieux en fermant les yeux, en les couvrant d'un bandeau occlusif, en mettant des verres colorés ou même en paralysant l'accommodation par l'instillation oculaire d'une goutte d'atropine... et pourtant les aveugles peuvent aussi avoir le mal de l'air.

5ème Chapitre - ETIOLOGIE DU MAL DE L'AIR -

Que conclure de ces théories pathogéniques et comment envisager actuellement l'étiologie du mal de l'air ?

1°) - Cause principale : L'excitation des organes labyrinthiques.

La naupathie ainsi que la plupart des auteurs modernes l'admettent, semble bien être un réflexe dont le point de départ se trouve dans les organes vestibulaires anormalement excités.

a) En effet :

- l'expérience de KREIDL (42) montre que le syndrome naupathique n'existe pas chez les animaux après section des deux nerfs vestibulaires.

- l'observation de W. JAMES : cet auteur constate que les sourds et muets ne sont pas incommodés par les mouvements des bateaux; il y a lieu toutefois de signaler que des observations plus récentes prouvent que les sourds et muets peuvent être atteints du mal de l'air mais très exceptionnellement.

- les expériences de S. JORBERG (42) montrent que l'exclusion des influx sensitifs ou sensoriels provenant d'autres organes, ne fait que retarder les symptômes du mal de l'air. Le tableau suivant, rapporté par GRANDPIERRE, montre en particulier qu'en l'absence d'excitations visuelles ou cinesthésiques ou des deux à la fois, le syndrome provoqué par les mouvements est seulement retardé.

N° de	Temps au bout duquel apparaissent les premiers vomissements chez le chien placé dans un appareil élévateur						
l'expé-							
rience	animal nor-	avec un	avec un	avec corset		même animal	
	mal avant	bandage	corset	et bandage		normal	
	l'expérience:	oculaire	plâtré	oculaire		après expé-	
						rience	
1	15 '	40 '	60 '	1 h. 45		16 '	
2	22 '	2 h. 00:	1 h. 10:	2 h. 30		60 '	
3	11 '	1 h. 20:	1 h. 35:	3 h. 00		50 '	
4	16 '	1 h. 50:	1 h. 45:	2 h. 35		30 '	

Ces trois expériences prouvent que l'excitation labyrinthique est primordiale :

Les influx nerveux partant du labyrinthe excité vont aboutir aux noyaux vestibulaires bulbaires puis se réfléchissent sur les autres centres bulbaires : centre de salivation, centre de vomissement, noyaux d'origine du pneumogastrique; ainsi peuvent s'expliquer aussi les troubles vasomoteurs (réflexe hypotenseur labyrinthique) et les troubles respiratoires.

b) Rôle respectif des canaux semicirculaires et des organes otolithiques.

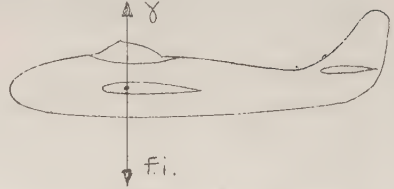
Comme nous l'avons exposé, l'appareil otolithique est sensible aux variations de la pesanteur en rapport surtout avec les déplacements verticaux et horizontaux, tandis que les canaux semicirculaires enregistrent les déplacements angulaires. Cependant, les deux parties constituantes du vestibule sont inégalement excitées. En effet, l'alternance brutale de rafales verticales ascendantes ou descendantes surtout lorsqu'elles sont combinées au tangage, produit sur l'appareil otolithique une excitation beaucoup plus forte que celle déterminée au niveau des canaux semicirculaires par le déplacement angulaire résultant du roulis ou du lacet. Ainsi s'explique le fait que le mal de l'air est plus fréquent que le mal de mer : ce qui différencie surtout les mouvements du bateau de ceux de l'avion c'est la fréquence et surtout la grandeur des accélérations provoquées par les rafales verticales. L'origine otolithique prédominante du mal de l'air, comme du mal de mer, semble cliniquement confirmée par le fait que la naupathie ne s'accompagne pas de nystagmus oculaire qui est la règle dans toute excitation des canaux semicirculaires. (Des recherches récentes ont prouvé cependant que l'absence de nystagmus n'est pas une preuve que les canaux semicirculaires ne soient pas en jeu dans le mal de l'air).

c) Nature des excitations labyrinthiques -

Les différentes accélérations exposées dans le premier chapitre donnent naissance à des forces d'inertie qui agissent alors comme excitant des organes vestibulaires.

Prenons le cas d'une rafale ascendante :

γ est dirigé vers le haut
la force d'inertie est dirigée
vers le bas.



Le pilote est tassé sur
son siège (situation semblable à celle d'un sujet placé
dans un ascenseur qui démarre vers le haut).

Dans la rafale descendante la force d'inertie est vers
le haut; le sujet décolle du siège (situation semblable à
celle d'un sujet placé dans un ascenseur qui descend).

C'est cette force d'inertie qui, en s'opposant à l'ac-
célation à laquelle est soumis l'avion, provoque les
excitations labyrinthiques, cause principale du mal de
l'air.

Pour résumer les quelques notions de mécanique exposées
plus haut, nous dirons que l'accélération qui s'exerce sur
un point de l'avion est la somme de trois accélérations.

a) une accélération d'entraînement (c'est l'accéléra-
tion du mouvement du centre de gravité (translation)).

b) une accélération relative d'autant plus importante
que le sujet est éloigné du centre de gravité : c'est l'ac-
célation du mouvement autour du centre de gravité (mou-
vement de rotation).

c) une accélération complémentaire (ou de coriolis)
qui n'apparaît que lorsque le sujet se déplace à l'inté-
rieur de l'avion ou effectue un mouvement de la tête.

L'accélération d'entraînement dans le sens vertical
(rafale ascendante ou descendante) est, du point de vue
subjectif, considérée par les occupants d'un avion comme
des plus désagréables, cette accélération s'exerce aussi
bien au centre de gravité, qu'autour du centre de gravité;
on ne peut l'éviter.

Les autres accélérations qui alternent au cours du vol
par mauvais temps, et qui sont provoquées par le roulis,
le tangage ou le lacet peuvent être évitées, si l'on a
soin de placer le sujet au centre de gravité;

ces accélérations relatives sont d'autant plus importantes que le sujet est éloigné du centre de gravité; ce sont les accélérations des mouvements autour du centre de gravité.

Lorsque le sujet se place au centre de gravité et n'en bouge plus, il ne subira que les accélérations d'entraînement pratiquement nulles sauf au moment des rafales verticales.

Les excitations labyrinthiques seront variables suivant la position du sujet; lorsque la tête est placée de telle manière que les deux oreilles soient exactement dans l'axe de la verticale par rapport au plancher de l'avion, on obtient une pression d'une otolithe sacculaire et traction de l'otolithe opposé; l'excitation étant continue, les déplacements verticaux de l'avion n'ont aucun effet.

Les canaux horizontaux des canaux semi-circulaires se placent dans un plan sagittal et les sensations de montée et de descente provoquent un stimulus semblable à celui auquel nous sommes habitués quand nous nous mettons en marche, quand nous nous arrêtons, tête droite, canaux en place normale. Dans cette position les deux autres systèmes de canaux semi-circulaires sont dans des plans d'excitation rarement générateurs de vertiges au cours du vol.

Pour LEDoux (64 bis) on observe sur les nerfs des ampoules des canaux semi-circulaires, une activité spontanée qui varie d'intensité suivant la position du canal et suivant les mouvements.

Il y a augmentation de l'activité spontanée quand l'ampoule est en bas par rapport au canal et quand elle descend d'une position haute par rapport au canal sur le même plan que celui-ci.

Ces notions récentes peuvent avoir un intérêt pour expliquer le déclenchement du mal de l'air ou l'utilité de certaines positions dans le traitement puisque les potentiels d'action vestibulaires peuvent être augmentés ou diminués suivant la position de la tête.

Certains auteurs ont fait des études poussées sur le rôle de la position dans l'étiologie du mal de l'air.

On sait par expérience que la position couchée exerce un effet bienfaisant sur les signes du mal de l'air; on a donné de nombreuses raisons : les anciens auteurs expliquaient ce phénomène en disant que la position horizontale réduisait les trop grands mouvements des viscères et l'étiement des plexus nerveux.

MC DONOUGH récemment a signalé qu'au cours des manoeuvres d'infanterie aéroportée, des blessés simulés transportés sur des brancards (étendus sur le dos) n'avaient ressenti aucun malaise alors qu'un nombre égal de sujets transportés dans la position assise dans les mêmes conditions de vol avaient ressenti un malaise dans la proportion de 3,8 %.

MAC INTYRE (85), MANNING, STEWART (78), HOWLETT, WARDELL et BRETT (59) dans une étude faite sur 825 sujets ont constaté des différences marquées dans la fréquence du mal de balancement dûe aux variations de position.

Dans la position couchée sur le dos avec les yeux ouverts, 5 % ont été atteints du mal de l'air.

Dans la position assise avec les yeux ouverts, 27 % ont été malades.

Dans la position assise, yeux ouverts, mais dans une enceinte couverte entièrement close, 64 % des sujets ont été indisposés.

Dans la position assise, les yeux fermés, 51 % des sujets furent malades.

La position couchée sur le ventre a provoqué plus de malaises que la position couchée sur le dos. Ils ont conclu que la position de la tête dans laquelle les canaux semi-circulaires verticaux prennent une position presque horizontale, est la position idéale pour résister au mal de l'air.

2°) - Mais il y a de nombreuses causes adjuvantes qui vont intervenir :

- l'atmosphère de la cabine
- le facteur vestimentaire (vêtements trop serrés)
- l'état psychique du sujet

- la résistance du sujet (susceptibilité individuelle).

Ces différentes causes secondaires ont pour effet :

- a) de provoquer des réflexes synergiques, c'est-à-dire renforceurs du premier (celui de la cause principale);
- b) de créer un état de réceptivité particulier (rôle du gaz carbonique qui augmente les effets de l'excitation du pneumogastrique, etc....);
- c) de donner des signes plus fréquents, plus rapides chez des sujets prédisposés.

Il y a enfin :

- l'état neurovégétatif du sujet = (vagotoniques)
- l'insuffisance hépatique
- les troubles endocriniens divers

Examinons ces différentes causes :

A - L'atmosphère de la cabine -

Les conditions de ventilation, de chauffage, le bruit des moteurs et les odeurs (huiles chaudes), les vibrations, ont une réelle importance dans le déclenchement du mal de l'air. Certains médecins de l'Aéronautique envisagent le mal de l'air plus comme un accident d'intoxication dû à une mauvaise hygiène de la cabine que comme un défaut d'adaptation aux mouvements de l'avion.

On a constaté qu'au cours de certains voyages effectués par temps très calme, en l'absence de tout remous, dans les cabines surchauffées et mal ventilées de certains appareils, de nombreux passagers avaient été incommodés; les mêmes personnes effectuant le même parcours dans les mêmes conditions atmosphériques favorables et parfois un peu moins bonnes dans un autre type d'appareil bien ventilé, n'ont absolument rien ressenti.

L'importance des bruits et des vibrations, de l'éclairage a été également invoquée et à juste titre; elle est d'autant plus nette que l'on est en présence de personnes nerveuses.

HEMINGWAY (51) a soumis 975 sujets à une épreuve sur des balançoires en vue de déclencher la symptomatologie caractéristique du mal de l'air; les expériences se firent en plein air et à une température comprise entre 0 et 40°.

L'auteur constate que l'incidence de l'éclosion du mal de l'air ne présente aucune variation notable en rapport avec la température; il semble toutefois qu'entre 36° et 40°, l'action de la température intervienne pour augmenter la proportion des sujets atteints du mal de l'air; le bénéfice apparent d'un courant d'air pour retarder l'éclosion de la symptomatologie, ou, du moins, en diminuer l'importance, est probablement d'ordre purement subjectif. Il semble dû au soulagement apparent des sensations désagréables et à la déviation momentanée de l'attention.

B - Les vêtements trop serrés qui gênent la respiration, les ceintures qui compriment l'estomac et gênent la digestion ne sont certes que des causes adjuvantes mais sont à retenir.

C - Quant au facteur psychique, il a une influence considérable admise du reste par tous. L'appréhension du retour d'un mal déjà subi est un élément qui peut agir sur des sujets de constitution émotive. La théorie pathogénique du mal de mer basée sur la peur, défendue par PLUTARQUE et citée par MONTAIGNE dans ses essais, a reçu une confirmation expérimentale dans les travaux de WEISS et POZERSKI (95) qui ont montré qu'un chien chez lequel on avait provoqué le mal de mer en le plaçant sur un plateau animé de mouvements de roulis et de tangage, était souvent, par la suite pris de vomissements lorsqu'on le plaçait sur le plateau immobile.

Le passager qui prend place à bord avec optimisme, persuadé qu'il échappera au mal de l'air, a grande chance de ne pas souffrir. Les petits sacs imperméables en papier fort, suspendus au dossier des sièges ont souvent une influence déplorable en attirant l'attention des voyageurs sur la fréquence du mal de l'air : il conviendrait de leur donner une place moins en vue et aussi accessible, sous le siège par exemple.

Enfin, le mal de l'air est contagieux : il suffit qu'un passager soit indisposé pour voir plusieurs cas à bord, même par traversée calme; d'autres fois, au contraire, malgré des remous assez violents, personne n'en souffrira; si par malheur l'un ou l'autre vient à ressentir les premières atteintes du mal, presque tous les voyageurs lui paieront plus ou moins tribut.

L'attention fixée empêchera souvent le mal de se déclencher, l'existence de cartes permettant de suivre le trajet, la mise à la disposition des passagers d'un petit guide renseignant sur les particularités de la route, quelques lignes de description des régions et des villes survolées, occuperont suffisamment l'esprit du voyageur et lui éviteront souvent tout mécompte.

Il est assez remarquable en effet, de constater que les pilotes souffrent rarement du mal de l'air, même par très mauvais temps, lorsqu'ils ont les commandes; s'ils voyagent comme passagers, ils sont malades (cas du Lieutenant L. du C.E.V. de BRETIGNY). Le mal de l'air est essentiellement le mal du passager.

D - La résistance d'un sujet donné est par ailleurs, variable et modifiée par la fatigue physique ou le manque de sommeil, l'alimentation défectueuse ou trop copieuse, l'inanition, le déficit en oxygène, l'excès d'alcool.

6ème Chapitre - PROPHYLAXIE - TRAITEMENT.

1. - PROPHYLAXIE -

A - Mesures diététiques :

Des régimes spéciaux ont été conseillés, composés exclusivement de jus de fruits; d'autres régimes comprenant des repas dans lesquels le beefsteak constitue le plat principal. On a même été jusqu'à recommander un menu composé d'une soupe faite avec du raifort et du riz assaisonné avec des harengs rouges et des sardines, le tout arrosé d'un peu de champagne.

En ce qui concerne l'usage de l'alcool et du tabac, il n'a été donné jusqu'alors aucune précision. A notre avis, un repas léger ou un repas très copieux, l'excès d'alcool ou de tabac sont nuisibles et ont une part dans le déclenchement du mal de l'air; il faut éviter les mets indigestes trop riches en graisses ou en albuminoïdes et prendre des repas composés surtout d'hydrates de carbone.

B - Mesures d'ordre mécanique :

Positions du sujet dans l'avion :

Des courts rappels mécaniques énoncés plus haut découlent des conseils pratiques intéressants.

Pour éviter le mal de l'air, il faut se placer de telle façon que les effets d'inertie soient le moins prononcés possible; il convient de :

- 1°) - Se tenir le plus près possible du centre de gravité pour supprimer les accélérations de rotation autour du centre de gravité.
- 2°) - Se tenir immobile pour supprimer les accélérations complémentaires de coriolis.
- 3°) - Placer la tête de telle manière que les deux oreilles soient exactement dans l'axe de la verticale par rapport au plancher de l'avion et ce, dès le décollage pour les personnes très sensibles; elles pourront abandonner cette position dès que l'appareil aura atteint sa hauteur et sa vitesse de croisière,

et ne la reprendra qu'en cas de menaces de cahots (pénétration imminente dans un nuage, dans un orage, amorce de descente); même au début des vomissements, la prise de cette position peut avoir une influence heureuse. Il est préférable de prendre la position couchée sur le dos qui a une action préventive sensiblement égale à la précédente et qui a l'avantage d'être acceptée plus volontiers par les sujets sensibles.

C - Autres mesures :

Bandages abdominaux :

Plusieurs auteurs modernes, impressionnés par l'importance des déplacements des viscères dans l'étiologie du mal de l'air ont conseillé les bandages abdominaux; nous n'avons pas de preuves que des déplacements viscéraux se produisent et certains auteurs au cours de recherches contrôlées n'ont trouvé à ces bandages aucune utilité pratique(22)

Nous croyons cependant que les bandages abdominaux peuvent être conseillés aux sujets dont la paroi abdominale est faible ou distendue mais qu'ils ne doivent en aucun cas gêner la respiration.

Foulards et cache-nez :

Les foulards et les cache-nez ont été recommandés sous prétexte que l'anémie cérébrale peut résulter de l'exposition aux mouvements et constitue un facteur capable de déclencher le malaise.

Absorption d'oxygène :

Accordant une grande valeur à la théorie respiratoire du mal de l'air, certains auteurs ont recherché si la fréquence du balancement était influencée par l'absorption d'oxygène; on a essayé de suggérer maints types d'appareils destinés à adapter le sujet....leur efficacité paraissent être très limitées.

L'éclairage :

L'éclairage trop intense est à éviter, on aura donc soin de faire porter aux passagers des lunettes noires, les personnes sensibles aux huiles de moteur seront placées près d'une prise d'air; le port de casques anti-bruit ou de boules auriculaires peut être conseillé dans certains cas.

D - Psychothérapie -

LEVY (68 bis) qui a soigné 52 cas de mal de l'air parmi des élèves officiers aviateurs durant leurs toutes premières heures de vol a déclaré qu'il réduisait la fréquence du malaise de 10 % à 2,8 % approximativement en instituant un cours psychophysiologique dans lequel les étudiants non seulement entendaient des informations rassurantes mais encore apprenaient à rejeter la tête en arrière, à fixer l'attention sur les objets au sol, lorsqu'ils commençaient à ressentir le malaise. Point capital, il faut mettre en confiance les sujets impressionnables.

L'accoutumance : comme nous l'avons exposé plus haut, 95 % environ des sujets susceptibles sont capables de s'adapter aux mouvements; d'où le précepte : pour éviter le mal de l'air, il faut voler. Mais il faut cependant reconnaître que l'adaptation aux mouvements de l'avion valable par temps calme, disparaît par mauvais temps (telle est du moins la conclusion que nous permet l'étude des différents cas rencontrés au C.E.V. de BRETIGNY).

2. - TRAITEMENT -

Nous allons dans un premier temps passer en revue les médicaments jusqu'alors utilisés dans le mal de l'air; puis nous les comparerons dans un deuxième temps avant de conclure.

1°) - Médicaments parasymphatholytiques -

Ces médicaments s'opposent aux effets produits par l'excitation du parasymphathique ou aux effets des parasymphathominétiques.

A) Alcaloïdes de la Belladone :

a) L'atropine (tableau A) : ce composé racémique (hyoscyamines droite et gauche) est extrait de la Belladone : l'atropine aux doses usuelles thérapeutiques ou physiologiques n'exerce qu'un faible effet dépressif sur le système nerveux central et principalement sur le cerveau.

L'atropine entraîne au niveau de tous les organes et appareils innervés par le système parasymphathique, une action paralysante élective particulièrement énergique

même pour des doses faibles; ne retenant que les effets intéressant le mal de l'air, l'atropine ainsi que tous les autres alcaloïdes de la Belladone :

- ralentit le rythme cardiaque,
- dilate les bronches,
- paralyse les fibres lisses de l'intestin, diminuant ainsi et même arrêtant le péristaltisme de l'appareil digestif,
- diminue puis arrête la sudation,
- diminue puis arrête la sécrétion de la glande sous-maxillaire,
- exerce un effet faiblement sédatif sur le système nerveux central.

Dose préventive

La dose employée est de 0,001 g. (un milligramme). Elle est administrée une heure avant l'exposition au mouvement : dans un petit groupe de sujets choisis pour leur susceptibilité au mal des mouvements, le taux de protection fut de 42 %.

Dose curative

En cas de vomissements, l'atropine est utilisée sous forme d'ampoules injectables, par voie intramusculaire à la dose de 0,001 g.

b) La génatropine : est un gènalcaloïde c'est-à-dire le produit résultant de la fixation de l'oxygène sur l'azote (N.Oxy) de l'atropine. Celle-ci se reforme dans l'organisme par réduction lente; elle a les mêmes actions qualitativement que l'atropine mais sa toxicité est moindre et son action plus durable.

On prescrit comme dose préventive : un granulé de sulfate de génatropine d'un demi-milligramme, une heure avant l'exposition aux mouvements, per os.

La dose employée en cas de mal confirmé est également de $\frac{1}{2}$ milligramme (par voie intramusculaire) - l'injection peut être renouvelée.

La dose maxima utilisable en 24 heures est de trois milligrammes.

B - Alcaloïdes de la Jusquiame -

La Jusquiame officinale renferme de :

- a) l'hyoscyamine (tropyltropéine lévogyre)
- b) de l'atropine (tropyltropéine racémique)
- c) de l'hyoscine ou scopolamine (tropyl scopine lévogyre)

1. - L'hyoscine est, parmi les divers alcaloïdes de la Jusquiame, le médicament qui s'est révélé le plus efficace contre le mal de l'air.

Comme l'atropine, elle exerce une action déprimante sur les fibres nerveuses parasympathiques mais cette action est moins marquée; par contre son action sédative sur le système nerveux central est beaucoup plus prononcée.

Elle agit sur le cortex en diminuant l'excitabilité de l'aire motrice, elle renforce l'action des hypnotiques corticaux tels que le chloralose, la morphine, le phénobarbital.

Elle a une action inhibitrice sur les centres bulbaires, notamment sur le centre de vomissement et, à fortes doses, sur le centre respiratoire.

D'après des travaux allemands non publiés, les barbituriques à faibles doses renforceraient les effets sédatifs corticaux de la scopolamine et potentialiseraient son action inhibitrice sur les centres bulbaires.

La scopolamine agit enfin sur le muscle strié et sur son nerf moteur en normalisant le rapport des chronaxies; elle supprime ainsi l'hyperexcitabilité du diaphragme.

LILIENTHAL (69) a constaté que la protection réalisée par 0 milligramme 65 de bromhydrate d'hyoscine a été de 92 % parmi 200 élèves officiers aviateurs.

Au cours de cette étude, le taux de fréquence du malaise dans les groupes contrôlés fut très bas :

- 6,3 % dans le groupe des sujets ayant pris des cachets factices au cours de 239 vols.

- 7,5 % dans le groupe des sujets non traités au cours de 531 vols mais cette médication (0,65 mg de Bromhydrate d'Hyoscine) réduisit ce taux à 0,5 %.

SMITH (109) qui a prescrit une dose légèrement plus forte (0,75 mg) a obtenu un taux de protection de 6,7 % sujets non adaptés aux mouvements de l'avion. Au cours de ses expériences bien contrôlées, un cachet factice a été administré dans 204 tests, l'hyoscine (0,75 mg) dans 222 tests; les taux de fréquence du malaise ont été respectivement de 41,2 % et de 13,5 %.

LILIENTHAL (69) a rapporté plusieurs exemples de thérapeutiques préventives efficaces avec l'hyoscine chez des sujets se plaignant du mal de l'air persistant.

La preuve de l'efficacité de l'hyoscine a été obtenue dans des tests sur balançoire. SMITH et HEMINGWAY (106) ont réalisé de 44 à 59 % de protection avec des doses allant de 0,50 mg à 0,75 mg. Des auteurs canadiens (89) ont constaté que des doses allant de 0,40mg à 0,80mg ont donné des taux de protection de 29 à 76 %.

En général, la dose est un facteur très important dans la détermination du degré de protection.

La dose curative est la même que la dose préventive; la voie d'absorption sera la voie intramusculaire ou rectale.

2. - Genhyoscine : c'est le géalcaloïde correspondant à l'hyoscine, c'est-à-dire à la N - oxyde de celle-ci.

La genhyoscine exerce toutes les actions physiologiques de l'hyoscine mais elle n'en a pas la toxicité; on la prescrit par la voie buccale à la dose de 0,002 g, une heure avant la montée dans l'avion.

En cas de mal confirmé on utilise la voie sous-cutanée à la même dose : 0,002 g. à renouveler une à deux fois en cas de besoin.

3. - Hyoscyamine : Nous avons vu que l'atropine est un composé racémique : l'isomère gauche est beaucoup plus actif que le droit, de sorte que l'hyoscyamine (isomère gauche de l'atropine) peut être considérée comme deux fois plus active que l'atropine et qu'elle doit être prescrite à dose moitié moindre que celle-ci.

Dose préventive per os : un demi milligramme

- curative (intramusculaire) $\frac{1}{2}$ mg (à renouveler).

HOLLINC, MC ARDLE et TROTTER ont constaté que l'hyoscyamine à la dose de 0,96 mg protège 39 % des sujets susceptibles au cours d'essais ou la protection procurée par l'hyoscine (0,65 mg) fut de 53 %.

4. - La Genhyoscyamine, généralcaloïde de l'hyoscyamine est employée sous forme de salicylate à la dose de $\frac{1}{2}$ milligramme comme traitement préventif - la dose curative étant de $\frac{1}{2}$ à 2 milligrammes. Dose maxima par jour : 3 milligrammes.

Son action est intermédiaire entre celle de la génatropine et de la genhyoscine.

- Autres médicaments parasymphatholytiques -

Plusieurs des substances synthétiques voisines des alcaloïdes de la Belladone ont été expérimentées.

- Homotropine : douze milligrammes;
- Benzoyltropine : cinquante milligrammes;
- Benzoyloscine.

SMITH et HELMINGWAY (108) ont expérimenté ces substances et ont constaté qu'elles n'étaient que modérément efficaces.

La péthidine (Dolosol ou Demerol) à la dose de 100 mg s'est révélée dépourvue d'action préventive et, chez quelques sujets, elle a provoqué des nausées avant le balancement.

La paraltrine (250 mg) au cours de tests sur 20 sujets susceptibles, a montré une efficacité protectrice estimée à 42 % mais au cours d'un test ultérieur pratiqué sur un grand nombre de sujets non triés, elle n'a pas paru procurer d'effet bienfaisant.

C - Combinaisons d'alcaloïdes de la belladone -

Bien que l'hyoscine semble être la plus efficace des substances parasympatholytiques, elle est cependant plus apte que l'hyoscamine à déterminer des réactions fâcheuses, en particulier sur les centres nerveux supérieurs. L'effet protecteur de ces substances étant, dans certaines limites, fonction du dosage, on a tenté d'assurer l'action optimum en mélangeant des quantités relativement faibles d'hyoscine avec de grandes quantités d'hyoscyamine. Les Allemands ont utilisé, sous le nom de " VASANO " un mélange de camphorates de l'hyoscyamine (0,4 mg) et de l'hyoscine (0,1 mg). Ce mélange a été expérimenté pendant la guerre sur des sujets exposés à des mouvements de balançoires, de planeurs; la protection des sujets susceptibles a varié de 0 à 72%; cette variation est probablement due aux différences considérables de la dose d'alcaloïde existant réellement dans les différents lots de la préparation. Lorsqu'on employa une combinaison définie de bromhydrate de hyoscyamine 0,8 mg, et de bromhydrate d'hyoscine 0,3 mg, des résultats plus constants furent obtenus; le pourcentage de protection des sujets susceptibles contre le mal de balancement a varié de 35 à 64. (89)

Pendant la deuxième guerre mondiale, la Royal Canadian Navy a utilisé avec succès un médicament contre le mal de mer répondant à la composition suivante :

	(Bromhydrate d'hyosciamine ... 0,8 mg
R.C.N.	(Bromhydrate d'hyoscine 0,3 mg
	(Niacine (Vit. P.P.) 0,2 mg

Ce médicament a régulièrement donné de bons résultats dans les tests sur balançoire, sur mer et dans l'air (106); 47 à 33% des sujets estimés susceptibles furent protégés dans ces divers essais.

2°) - Dépresseurs du système nerveux central -

Les dépresseurs du système nerveux central agissent favorablement sur le mal de l'air en diminuant l'excitabilité réflexe des centres cérébro-bulbaires, mais utilisés seuls, ils ne peuvent empêcher l'apparition et le développement des symptômes du mal de l'air.

Les médicaments utilisés dans ce but sont les suivants :

a) - le chlorbutol ou chloretone (alcool trichlorobutylique tertiaire) est utilisé en combinaison avec l'hyoscine dans un médicament dénommé " Mothersill Remedy " répondant à la formule suivante :

Chlorétone	12,9	mg
Bromhydrate d'hyoscine	0,081	mg
Caféine	24,3	mg
Excipient q.s.p.	0,30	g

b) - les analgésiques ont également été proposés, leur action déprimante s'exerce non seulement sur les centres cérébro-bulbaires, mais également sur la moëlle, dont ils diminuent l'excitabilité. Les analgésiques ne sont jamais utilisés seuls, ils ont été associés, soit à un barbiturique qui renforce considérablement l'action analgésique, soit à la scopolamine dont ils renforcent l'effet sédatif. Parmi les médicaments français utilisant ces associations, nous signalerons :

1°) - L'hypolène - mal de mer.

a) - forme comprimé :

(Amidopyrine	0,02	g
(Cyclopentényl-allyl-malonylurée ...	0,03	g

pour un comprimé

b) - forme suppositoire :

(Amidopyrine	0,05	g
(Cyclopentényl-allyl-malonylurée	0,15	g
(Beurre de cacao q.s.p.....	3	g

2°) - Le " Trip-Eze " américain, chewing-gum à base d'acide acétyl-salicylique et d'hyoscine, proposé par King et Wolf. Ce médicament permet de combiner l'action sédatrice de l'hyoscine et les effets bienfaisants de la mastication sur les troubles occasionnés par le changement de pression dans les oreilles et les sinus.

3°) - Lénit-gum hyoscine.

Acide acétyl salicylique	0,075	g
Bromhydrate d'hyoscine	0,075	mg
pour une dragée		

Cette spécialité française est très voisine du Trip-Eze; elle en diffère par sa présentation.

c) - les barbituriques :

L'action favorable des barbituriques sur le mal de mer a été signalée en premier lieu par les médecins de la Marine, mais ces observations n'ont pu être confirmées par l'expérimentation. D'autre part, l'action hypnogène des malonylurées, jointe à leur efficacité limitée, les rendent indésirables au point de vue militaire.

Divers dérivés de l'acide barbiturique ou malonylurée ont été soumis à l'expérimentation :

- le Barbital ou Diethyl malonylurée (Véronal) a été utilisé à la dose de 325 mg;
- l'Amytal ou Isoamyl-éthyl-malonylurée à la dose de 65mg;
- le Pentobarbital ou Ethyl-méthyl-butyl-malonylurée à la dose de 100mg;
- le Séconal ou Allyl-méthyl-malonylurée aux doses de 50 et 100 mg.

Ces composés utilisés seuls, n'ont donné que peu ou pas de protection. (47)

Des recherches plus poussées ont été faites avec un thio-barbiturique, voisin du Pentothal; le V 12 ou Ethyl-allyl-thiomalonylurée.

Ce composé donne de bons résultats chez le chien, mais chez l'homme, les résultats ont été moins satisfaisants, tout au moins aux doses ne déterminant pas de réactions facheuses. NOBLE (89) a constaté dans deux séries d'essais sur balançoire, qu'une dose de 195 mg de V 12 protège 23 et 43% des sujets susceptibles ; dans une autre expérience, il obtient avec une dose de 325 mg administrée en deux fois, une protection chez 65% des sujets examinés.

3°) - Combinaison des alcaloïdes de la Belladone et des Barbituriques.

On sait depuis longtemps que les alcaloïdes de la Belladone potentialisent l'action analgésique et hypnotique de la morphine

Par analogie, on a songé à utiliser les barbituriques pour potentialiser l'action protectrice des alcaloïdes de la Belladone, dans la thérapeutique du mal de l'air. L'expérience a confirmé cette hypothèse; au début de la deuxième guerre mondiale, l'armée américaine a utilisé sous le vocable de M.S.P (Motion Sickness Preventive) la composition suivante :

M.S.P	(Anytal Sodique.....	0,130 g
	(Bromhydrate d'hyoscine	0,4 mg
	(Sulfate d'atropine	0,3 mg

pour une capsule

Ce médicament a été expérimenté par SMITH (105) dans une première série d'essais sur balançoire, il constate sur 19 hommes, 31% seulement de sujets furent protégés; par contre, au cours d'essais en avion, il obtient une protection efficace chez 52% des 170 élèves-aviateurs examinés (109). TYLER (119) au cours d'un essai comparatif entre le M.S.P., le R.C.N. et le V.12 sur l'adresse des tireurs, signale que le M.S.P. est le seul des trois médicaments essayés permettant d'accroître le nombre des coups au but. WRIGHT (127) signale qu'avant la découverte de la Dramamine, le M.S.P. était considéré dans l'Armée américaine comme le meilleur des médicaments contre le mal des transports.

L'Armée canadienne a adopté, sous le nom de " Motion Sickness Remedy " un médicament contre le mal des transports contenant un thiobarbiturique.

M.S.R.	(Ethyl-allyl-thiomalonylurée (V.12) ...	0,13 g
	(Bromhydrate d'hyoscine	0,1 mg
	(Bromhydrate d'hyosciamine	0,3 mg

pour une capsule

Ce médicament est administré à raison de deux capsules 4 heures avant l'exposition au mouvement, puis à raison d'une capsule toutes les 8 heures ou toutes les 12 heures sans dépasser 3 capsules par jour, au cours du transport.

D'après NOBLE, SELLERS et BEST (88), ce médicament serait le plus efficace des divers produits expérimentés.

Enfin, la Marine allemande a utilisé pendant la dernière guerre un médicament dont la composition est vraisemblablement la suivante :

(Bromhydrate d'hyoscine	0,08 mg
(Phénobarbital (gardénal)	15 mg
(Allyl-méthyl-butyl-malonylurée (Séconal)	15 mg
(Excipient q.s. pour un comprimé de	0,20 g

Ce médicament a été mis au point par des pharmacologistes allemands : qui auraient établi que le gardénal à faible dose a un remarquable effet potentialisateur sur la scopolamine; l'association gardénal-hyoscine permet de réduire considérablement la dose active de l'hyoscine et d'éviter ainsi tous ses effets secondaires indésirables.

4°) - Antihistaminiques de synthèse.

Les propriétés protectrices des antihistaminiques de synthèse contre le mal des transports ont été découvertes fortuitement en 1948 aux Etats-Unis par une malade atteinte d'urticaire qui était venue en consultation à l'Hôpital John Hopkins de Baltimore; cette malade qui était enceinte, signala à son médecin que le médicament qu'il lui avait prescrit, la Dramamine, avait non seulement amélioré son urticaire mais prévenait également les malaises qu'elle ressentait régulièrement en auto vu son état.

La Dramamine est un antihistaminique de synthèse obtenu par combinaison du Bénadryl (Ether oxyde du Benzydrol et du B diméthyl-amino-éthanol) et de la 8 chlorothéophylline.

Ce médicament a d'abord été expérimenté contre le mal de mer; au cours d'un transport de troupes de New-York à BREMER-HAVEN en Novembre 1948, dans des conditions climatiques très mauvaises, il a donné des résultats très satisfaisants dans la prévention et le traitement de la naupathie; ces résultats ont été publiés par Gay et Carliner (38). Sur 418 sujets traités préventivement, on a enregistré 407 succès et seulement 11 échecs; dans les essais de traitement curatif 3% d'échec furent enregistrés.

La Dramamine a été essayée en 1949 par STRICKLAND et ses collaborateurs (112 et 111) pour la prévention du mal de l'air; les essais ont été effectués à la base aérienne de Randolph-Fielot (Texas) dans les conditions suivantes :

- 216 volontaires ont été soumis à des vols d'une heure à une altitude comprise entre 3000 et 5000 pieds sur un avion type C.47 (D.C.3) dans des conditions atmosphériques variables; la moitié des sujets reçut un comprimé de 100 mg de Dramamine et l'autre moitié, un cachet factice à base de lactose. Les résultats obtenus furent les suivants :

Médicament administré	Malades		non malades		Total
	Nombre	%	Nombre	%	
Dramamine (100 mg)	31	28,7	77	71,3	108
Cachet factice	60	55,6	48	44,4	108

On peut déduire que sur 108 sujets soumis aux mêmes conditions de transport, 28,7% sont atteints du mal de l'air quand on administre la Dramamine et 55% quand on administre un cachet factice.

Il est donc incontestable que la Dramamine a un effet préventif certain contre le mal de l'air, mais son action protectrice paraît être moins prononcée que dans le mal de mer.

Le fait n'est pas surprenant car, dès 1946, SMITH et HEMINGWAY (106) avaient obtenu dans des essais sur balançoire, des résultats peu encourageants : sur 92 hommes, on choisit 20 sujets sensibles (vomissant après une durée de balancement inférieure à 20 minutes) 10 absorbent un cachet factice une heure avant l'épreuve et 10 un comprimé de 100 mg de Dramamine. Ces sujets subissent un balancement pendant 20 minutes; les résultats obtenus furent les suivants :

Médicament administré	Malades		non malades		Total
	Nombre	%	Nombre	%	
Dramamine	8	80	2	20	10
Cachet factice	8	80	2	20	10

Cette expérience avait donc démontré que la Dramamine n'exerçait pas plus d'effet que le produit factice (lactose) sur le mal du transport déclenché par l'épreuve de balancement.

Depuis, de nombreux travaux ont cherché à élucider le mode d'action des antihistaminiques sur le mal du transport :

Dans deux séries d'essais, STRICKLAND, HAHN et ADLER (111) utilisant le test de turbulence fictive sur avion C.47 (Douglas C.3) ont fait une étude comparative du pouvoir protecteur de la Dramamine et de l'hyoscine sur le mal de l'air.

a) - dans une première série d'essais portant sur deux groupes de 88 sujets dont l'un fut traité par le Bromhydrate d'hyoscine (0,65 mg) et l'autre par la Dramamine (100 mg), ils ont obtenu les résultats suivants :

: Médicament : administré	: Malades		: non malades		: Total : des sujets
	: Nombre:	: %	: Nombre:	: %	
: Br.d'hyoscine : (0,65 mg)	: 18	: 20,4	: 70	: 79,6	: 88
: Dramamine : (100 mg)	: 29	: 33	: 59	: 67	: 88

b) - dans une deuxième série d'essais portant sur un nombre plus important de sujets, ces résultats furent confirmés :

: Médicament : administré	: Malades		: non malades		: Total : des sujets
	: Nombre:	: %	: Nombre:	: %	
: Cachet factice	: 60	: 55,6	: 48	: 44,4	: 108
: Br. d'hyoscine : (0,65 mg)	: 18	: 20,4	: 70	: 79,6	: 88
: Dramamine : (100 mg)	: 60	: 30,6	: 136	: 69,4	: 196

Ces essais montrent que la Dramamine à la dose de 100 mg, possède un pouvoir protecteur intéressant contre le mal de l'air mais que son efficacité est légèrement inférieure à celle du Bromhydrate d'hyoscine, à la dose de 0,65 mg. Il y a lieu toutefois de signaler que la Dramamine paraît être mieux tolérée que l'hyoscine, au cours des essais précités elle n'a donné lieu à des troubles secondaires (sommolence) que chez 8,7% des sujets alors que l'hyoscine donne lieu à des phénomènes d'intolérance (sécheresse de la bouche, troubles visuels), chez 15% des sujets.

CHINN, STRICKLAND et COLL (30 ter) ont essayé systématiquement divers antihistaminiques dans la prévention du mal de l'air, en utilisant le test de turbulence fictive en aéroplane décrit par STRICKLAND, HAHN et ADLER (111). Ces essais ont montré que la Dramamine est, parmi les antihistaminiques étudiés, le meilleur des préventifs contre le mal de l'air, la partie active du médicament étant le Bénadryl, la Chlorothéophylline n'ayant pratiquement aucune action protectrice.

Parmi les divers antihistaminiques essayés, le Perazyl a donné une protection médiocre, la Téphorin, le Chlorotriméton ont donné une très faible proportion, et le Néo-antergan, le Phénergan, le Decapryn et le Linadryl (A 446) ont un pouvoir protecteur insignifiant. De leur étude, les auteurs précités ont tiré certaines déductions sur le mode d'action des antihistaminiques, à savoir que :

1°) - L'effet protecteur contre le mal de l'air n'est nullement relié aux propriétés antihistaminiques des produits examinés, car le Phénergan qui est de tous ces produits le plus actif contre l'histamine, s'est révélé sans action sur le mal de l'air.*

* Signalons à ce sujet que VAINDER (122) a obtenu en 1946 des résultats satisfaisants dans le traitement des symptômes du mal de l'air par l'injection intramusculaire de 0,5 mg de Chlorhydrate d'histamine.

2°) - L'efficacité pharmacologique paraît plutôt liée en grande partie à leur pouvoir anticholinergique central sans qu'on puisse toutefois éliminer d'autres actions.

F. BEAUMONT (8 bis) signale par contre que le Néo-antergan et le Phénergan, sont des médicaments curatifs actifs contre le mal de mer.

En FRANCE, les études expérimentales dans le cas du mal de l'air n'ont pu être faites, faute d'un matériel approprié.

Il existe toutefois dans le commerce divers médicaments anti-naupathiques à base d'antihistaminiques tels que la Nautamine, combinaison de Bénédryl et de Théophylline, la Bromanautine qui est la Dramamine avec substitution du Chlore par le Brome, et le Lysergan (3015 RP), antihistaminique de synthèse, très voisin du Phénergan. Le 3015 RP, a été essayé avec succès par Mademoiselle ROUGIER contre le mal de mer. (Résultats non publiés); dépourvu d'effet hypnotique il aurait même donné des résultats supérieurs à la Dramamine.

CHEN et ENSOR (31 bis) ont cherché à élucider le mode d'action des antihistaminiques sur le réflexe du vomissement produit par l'apomorphine chez le chien. Ils ont constaté que le Bénédryl n'était vraiment actif qu'à la dose de 20 mg/kg, par voie orale. La Dramamine à doses équivalentes au Bénédryl est aussi active alors que la 8-Chlorotheophylline est sans effet, les autres antihistaminiques n'ont pas d'activité anti-émétique, les antispasmodiques à action dépressive sur le système nerveux central tels que le phénobarbital et l'atropine ne sont actifs sur le centre de vomissement qu'aux doses hypnotiques. De ces divers essais, les auteurs déduisent que la Dramamine ou son composant actif, le Bénédryl doivent leur activité protectrice contre le mal du transport à leur action déprimante sur le centre du vomissement ou sur les voies afférentes.

Nous nous rallions volontiers à cette hypothèse en signalant toutefois que l'effet dépressif des antihistaminiques sur le cortex doit intervenir également dans l'action protectrice, bien que WRIGHT (127) ait indiqué que l'addition de sulfate de Benzédrine (2,5 mg) au Bénédryl (50 mg) ou à la Dramamine (100 mg) permet d'éliminer l'action hypnotique des antihistaminiques précités sans nuire à leur activité anti-naupathique.

Il y a lieu également de tenir compte de l'activité anticholinergique des antihistaminiques, activité qui a été récemment mise en relief par SALVAT (102) et par GLANZMANN (41) et qui vient à l'appui de la théorie pathogénique de LABORIT et MORAND (73) et des conclusions de CHINN, STRICKLAND et COLL (30 ter).

La Dramamine paraît agir dans le même sens que l'hyoscine ainsi qu'il résulte des travaux de CHINN, STRICKLAND et COLL (30 ter). Utilisant le test de turbulence fictive, ils ont obtenu les résultats suivants :

Médicaments administrés avant le vol :	Nombre: total de :	Malades :	Non malades :	% de :	% Protection :
de :	Nombre: :	% :	Nombre: :	% :	Protection :
de :	Nombre: :	% :	Nombre: :	% :	Protection :
de :	Nombre: :	% :	Nombre: :	% :	Protection :
Dramamine (100 mg)	108	31	28,7	77	71,3
					48,4
Cachet facti- ce	108	60	55,5	40	44,4
Bénadryl (50 mg)	75	23	30,7	52	69,3
					42,4
Cachet fac- tice	75	40	53,3	35	46,7
Hyoscine (0,65 mg)	135	26	19,3	109	80,7
					65
Hyoscine + (0,65 mg) + Bénadryl (50 mg)	135	14	10,3	121	89,7
					81,1
Hyoscine (0,65 mg)	60	18	30,0	42	70,0
					45
Hyoscine (0,33 mg) + Bénadryl (25 mg)	60	21	35,0	39	65,0
					35,9

N.B. - Le % de protection s'obtient en retranchant le % du nombre de malades du groupe ayant reçu le médicament, du % du nombre des malades ayant reçu le cachet factice en multipliant par 100 et en divisant le produit obtenu par le % du nombre des malades ayant reçu le cachet factice (54,6% en moyenne).

Ce tableau montre qu'en associant l'Hyoscine et le Bénadryl à leurs doses actives, on obtient un % de protection nettement supérieur à celui de chacun des composants du mélange; lorsque l'Hyoscine et le Bénadryl sont associés à des doses correspondant à la moitié de la dose active, on obtient un % de protection voisin de celui des composants du mélange, utilisés à leur dose active.

5°) - Autres médicaments -

1) - Les bromures.

Les combinaisons minérales du Brome, bromures alcalins et bromures alcalino-terreux, ont une action dépressive sur le système nerveux, ils diminuent l'excitabilité réflexe du cerveau et de la moelle, ils suppriment l'excitabilité directe des zones psychomotrices et les réflexes provoqués par l'excitation des organes périphériques.

On utilise en général le Bromure de potassium à la dose de 1 à 2 g par jour, mais l'action synergique de l'ion potassium vis à vis des parasympathomimétiques jointe à ses effets inotrope et chronotrope négatifs sur le coeur, paraissent être une contre-indication pour le traitement du mal de transport.

Il est préférable, à notre avis, d'utiliser le bromure de sodium ou le bromure de Strontium. On a également utilisé des bromures organiques et notamment du bromure de camphre ou camphre monobromé. Ce composé figure dans le préventif du mal de l'air proposé par MALMEJAC.

{ Bromhydrate de Scopolamine	0,3 mg
{ Bromure de camphre	0,10 mg
{ Phénobarbital	0,03 g
{ Caféine	0,05 g
{ Sulfate de Strychnine	1 mg

Il figure également dans la spécialité française dénommée " Maribol "

{ Extrait de Belladone	2 mg
{ Poudre de Belladone.....	6 mg
{ Bromure de camphre	0,03 g
{ Phénobarbital	0,02 g
{ Chl. d'Ephédrine	7 mg
{ Benzocaïne	0,04 g

Il est à noter toutefois que, contrairement à l'opinion commune, le bromure de camphre est un excitant cérébral et non un calmant ; dans ce médicament irrationnel, le brome ne peut exercer son action sédative qu'après décomposition par le sang et formation de bromures alcalins ; cette décomposition est extrêmement lente; par contre, le camphre est un excitant cérébral dont l'effet se fait sentir très rapidement.

2) - L'Aubépine -

L'aubépine, par son action sédative sur le coeur et le système nerveux peut être utilisé avec profit pour lutter contre le mal de l'air chez les personnes nerveuses.

On prescrit ordinairement l'extrait fluide d'aubépine à la dose de X à XXX gouttes par jour.

3) - Les Antiparkinsoniens -

Les antiparkinsoniens, par leur action sympatholytique, sont des médicaments qui méritent de retenir l'attention. Le 3.356 R P (Passidol) dérivé de la phénothiazine, très voisin du phénergan aurait été utilisé avec succès dans le traitement préventif du mal de l'air.

Nous avons signalé au sujet des antihistaminiques que Mademoiselle ROUGIER avait obtenu de bons résultats avec le 3.015 R P qui ne diffère du Diparcol que par la substitution des radicaux méthyl, de la fonction aminée par des radicaux éthyl.

CHINN, STRICKLAND et COLL (30 ter) signalent par contre que le PARPANIT (PA .PARNITAméricain) ne donne qu'une protection douteuse, dans le mal de l'air expérimental.

4) - Les médicaments correcteurs -

Pour corriger les effets secondaires défavorables des alcaloïdes de la belladone et du Bénédryl, on a proposé de les associer avec divers médicaments n'ayant par eux-mêmes, aucun effet favorable sur le mal de l'air.

Les vitamines du groupe B ont été proposées à cause de leur effet sédatif sur le système nerveux : la vitamine P P figure dans le médicament utilisé par la Royal Canadian Navy au cours de la deuxième guerre mondiale.

NOBLE (89) et SMITH (105) ont songé à utiliser la vitamine B mais leurs essais ont montré que cette vitamine avait plutôt un effet défavorable sur le mal de l'air.

SMITH (105) a utilisé enfin sans succès la vitamine B₆ ou pyridoxine à cause de l'effet favorable qu'elle exerce sur les vomissements de la grossesse ou du mal des rayons.

Pour lutter contre l'obnubilation provoquée à fortes doses par les alcaloïdes de la Belladone et contre la somnolence provoquée par les antihistaminiques, on a utilisé l'amphétamine (Benzédrine, Ortédrine, Maxiton) ; ce médicament à la dose de 10 mg a été associé sans succès à l'hyoscine, à l'atropine ou à l'hyosciamine par SELLERS, PERKER et STEPHENSON (103). WRIGHT (127) signale par contre avoir obtenu des résultats intéressants en associant 2,5 mg de Benzédrine à 50 mg de Bénédryl ou à 100 mg de Dramamine.

Nous avons vu que MALMEJAC (76) propose l'emploi du bromure de camphre, de la caféine et même de la strychnine pour compenser l'effet cérébral déprimant de l'hyoscine et du gardénal.

PARK (93) a envisagé sans succès l'emploi de l'éphédrine et HOLLING, MD ARDLE et TROTTER (58) l'usage de la méthedrine.

SMITH (105) et TYLER (117) ont essayé d'associer la prostigmine, médicament parasymphathomimétique, aux alcaloïdes de la Belladone, ce médicament ayant été proposé par WOLF (126) pour supprimer les nausées provoquées par la relaxation gastrique; les résultats furent négatifs.

3. - RESULTATS DE L'ETUDE PHARMACOLOGIQUE -

Des divers essais mentionnés ci-dessus, on peut tirer les conclusions suivantes :

a) - parmi les divers médicaments utilisés contre le mal de l'air, le Bromhydrate d'Hyoscine est incontestablement le meilleur des préventifs; il protège contre le mal de l'air dans environ 77% des cas. Il présente toutefois des réactions secondaires fâcheuses et la dose par prise, proposée par les auteurs américains (0,65 mg) nous incite à n'utiliser qu'avec beaucoup de prudence un tel médicament, les trois prises quotidiennes nécessaires pour maintenir l'organisme en charge, étant voisine de la dose maxima du Codex. (3 mg par 24 heures).

b) - la Dramamine, administrée à la dose de 100 mg, donne une protection efficace dans environ 69% des cas, elle paraît donc être pratiquement de 10% environ inférieure à l'Hyoscine. Ses effets secondaires sont beaucoup moins graves que ceux de l'Hyoscine et sont moins fréquents.

c) - les barbituriques et les thiobarbituriques ne paraissent agir que sur le facteur psychique, toutefois, leur action corticale incontestable est de nature à favoriser l'action spécifique de l'Hyoscine.

d) - il serait intéressant, pour éviter les réactions secondaires fâcheuses, d'associer les divers médicaments essayés, de façon à diminuer pour chacun d'eux les doses d'administration, tout en conservant à l'action une efficacité certaine contre le mal de l'air. En conséquence, nous proposons la formule suivante :

(Br. d'Hyoscine	0,20 mg (un cinquième de mg)
(Phénobarbital	15 mg (quinze mg)
(Dramamine	50 mg (cinquante mg)
(Excipient	0,10 gr

C O N C L U S I O N S

- 1 - Le mal de l'air est une maladie cinétique qui s'observe de façon variable au cours du vol en avion.

Chez les passagers, sa fréquence est variable suivant les conditions du vol et les susceptibilités individuelles, de 3 % à 80 % des missions-hommes.

Chez les jeunes pilotes, la fréquence moyenne est de 11 % environ, elle est de 17 % chez les autres aviateurs. Mais on estime que 95 % des sujets sont susceptibles de s'adapter aux mouvements de l'avion.

- 2 - Les signes cliniques sont les mêmes que ceux du mal de mer. Ils ont été souvent décrits et se groupent pour constituer différentes formes : frustres, légères ou graves. Ces dernières sont très rares.

- 3 - De nombreuses théories pathogéniques ont été invoquées. On admet, à l'heure actuelle, que la cause principale est un réflexe partant des organes vestibulaires anormalement excités. L'excitation du labyrinthe semble être maximum au cours des mouvements verticaux. Ceux-ci étant plus importants et plus fréquents au cours du vol en avion que dans les autres moyens de transport, on s'explique ainsi la fréquence relativement grande du mal de l'air.

- 4 - De nombreuses causes adjuvantes viennent renforcer l'importance du réflexe vestibulaire, soit en créant des réflexes alliés, soit en provoquant un état de réceptivité particulier ; ce sont principalement : les odeurs, les bruits, la température ambiante, le port de vêtements trop serrés et enfin l'état psychique des sujets.

- 5 - La thérapeutique du mal de l'air sera à la fois préventive et curative. Nous avons passé en revue le rôle de la diététique, des moyens mécaniques (position, ceintures, etc.), de l'accoutumance, de la psychothérapie, ainsi que les différents moyens pharmacodynamiques. Parmi ceux-ci certains sont connus depuis longtemps : sédatifs (bromure, barbituriques), parasympathicolytiques (belladone et dérivés, hyoscine). D'autres, préconisés récemment, comme les antihistaminiques n'ont pas encore fait leurs preuves et semblent plus efficaces dans le mal de mer que dans le mal de l'air.

Vu :
Le Président de thèse :
Signé : Léon BINET

Vu :
Le Doyen :
Signé : Léon BINET

Vu et Permis d'Imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris :
Le Vice-Président du Conseil de l'Université de Paris

B I B L I O G R A P H I E

1. - AIKEN (J.B) OFFMANN (O.H) and HOWLETT (J.G)
Proceedings of a conference on motion sickness
coordinating committee for medical Research,
National Research Council of Canada, June 16,
1943, Report n° C 2506.
2. - ARLOING - Mal de mer chez les animaux domestiques
Rev. pathol. comp. 1926, 293.
3. - ARMSTRONG (H.G) - Principles and practice of aviation
medicine. Ed. WILLIAMS and WILKINS Co 1939,
p. 246 à 256.
4. - AUXION - Le mal de mer; essai de pathogénie et de
traitement. Thèse médecine Paris 1925 n° 501
5. - BABKIN (B.P) and DWORKIN (S.) and SCHACHTER (M.)
Experimental motion sickness and attempts at
therapy - Rev. Canad. Biol. 1946, 5 , 72 à 86
6. - BARNETT - Seasickness - British med. J. (Juin 1928)
7. - BAUER (L.H) Airsickness - J. Aviat.méd. 1933, 4 (2)
41 à 44.
8. - BECKER (J.B) - Le mal de mer - mal oscillatoire.
Thèse médecine Paris - Juillet 1925.
- 8 bis - BEAUMONT (F.) - Antihistamine drugs and Sea sick-
ness Brit. med. J. 1949 (4642) 1472-3.
9. - BENNETT - (RA) Seasickness Brit.med. J 1928, 1 , 752.
10. - BERGERET (P.) - Pathologie des hautes altitudes : le
mal des aviateurs - Encycl. méd.chirurgicale
Mal agents physiques 1er éd. 12 - 1938 - 16506
C D p.1.
11. - BLACHAM (R.J) - Seasickness - British Med. Journal
1939, 2 , 163.

12. - BLAIR - Seasickness - Brit. mod. J. 1928.
13. - BOHEC (J.) - Le mal de mer - La Presse médicale 1930, 38 : 21.
14. - BOHEC (J.) - Naupathie et vagosympathique - Paris médical 1925, LXXI, 154.
15. - BOUTE (J.) - Le mal de mer - Archives de médecine et de pharmacie navales, Oct. Nov. Déc. 1932 n° 4.
- 15.bis - BOHEC (L.) - Le mal de mer - choc colloïde-classique (archives de médecine et de chirurgie de Normandie, Avril 1925).
16. - BOLDYREFF - Le mal de mer; étiologie, physiopathologie et traitement. Rev. méd. Franç. 1926 n° 8.
17. - BONNET - Contributions à l'étude du mal de mer - Thèse Montpellier 1908 - 09 - n° 52.
18. - BONNETTE - Traitement du mal de mer - La Presse médicale 1929, XXXII , 1923 , 26.
19. - BROOKS (M.) - Seasickness - U.S. Nav. Méd. bull. 1939, 37 , 469.
20. - BROOKS (M.) - Méd. Record 1939, 150 , 23.
21. - BROWN (B.R), BRETT, (J.R) and HOWLETT (J.G) - Proceedings of a conference on motion sickness Coordinating committee for medical Research - National Research council of Canada Report June 16 - 1943 - n° C 2504.
22. - BROWN (G.L), MCARDLE (B.) and MAGLADERY (J.W) - British Flying Personnel Research Committee 1941, Report n° 410 (a).
23. - PYRNE (J.) - On the physiology of the semi-circular canals and their relation to seasickness. New-York J.T. Dougherty 1912.

24. - CAMPBELL - The problem of air sickness J. of. Aviat.
méd. 1943, 14 , (3) 126 à 131.
25. - CAMPBELL (P.A.) - A preliminary report on the study of
airsickness, U.S.A.F. school of aviation medicine
Research 1942 (August 31), Project 31 report n°1.
26. - CAMPBELL (P.A.) - XVIII inter physiol. congress 1950
abstracts p. 142.
27. - CASTELLANI - J. trop. méd. 1940, 43 , 63.
28. - CIPRIANI (A.) - Proceedings of the Fourth Meeting of the
sub-committee on seasickness - National Research
Council of Canada n° 27, 1942 report n° C 2246.
29. - CIPRIANI (A.) - and MC EACHERN (D.). Proceedings of
the conference on motion sickness. National Re-
search Council of Canada August 28, 1942, report
n° C. 615.
30. - COTI - Mal de mer et son traitement - Thèse Paris 1923
n° 373.
- 30 bis - CHEN (G.) et ENSOR (C.) : The influence of diphen-
hydramine, Bénadryl on apomorphine induced eme-
sis in dogs.
J. Pharmacol exp. therap. 1950, 98 (3) 245-50.
- 30 ter - CHINN (H.I) STRICKLAND (B.A) and COLL -
Evaluation of some drugs in motion sickness.
J. Aviat. méd. 1950, 21 , (5), 424 à 429.
31. - CRUCHET (R.) - Le mal des aviateurs - ses causes et
ses remèdes - les actualités médicales, Baillière
1920.
- 31 bis - DAVID (B.) BARD (P.) and TYLER : motion sickness
physiological reviews 1949, 29 , 141, 311 à 370.
32. - DANIELOPOLU (D.) and RADULESCO (N.) La presse médicale
1936, 44 , 2035.

33. - DESNOES (P.H) - Seasickness - J.Am. Med. Ass. 1926,
86, 319 à 324.
34. - DESWES (P.H.) (New-York).
Seasickness. American med. J.Of. Chicago 30.1.26
35. - DUBOIS RAPHAEL - sur le mal de mer C.R. soc. Biol.
XC, 407.
- 35 bis - DUTREMBLAY - Gazette hebdomadaire de la Société
de Médecine de Bordeaux 1900
36. - FERRY (J.) - Le syndrome mal des aviateurs - de l'ap-
titude à l'aviation Nancy thèse médicale 1916/
17 n° 55.
- 36 bis - FISCHER (M.H) BETHE, VON BERGMANN (G.) EMBDEN
(G.) and ELLINGER (A.)
Handbuch der normalen und pathologischen phy-
siologie - Berlin : Julius Springer, 1930 -
Vol. 15 (1) p. 495.
37. - FISCHER (J.) - Seckkrankheit - Münshener Medizinis-
che Wchuschr 1927.
38. - GAY (L.N) and CARLINER (P.E) : The prevention and
treatment of motion sickness - I seasickness
Science 109; 359 , 1949.
39. - GIBSON (W.C) MANNING (G.W) and COHEN (E.). Associate
committee on aviation medical Research, Natio-
nal Research Council Canada Oct. 27 - 1943. -
report n° C 2638.
40. - GIBSON (W.C) MANNING (G.W) and KIRKPATRIK (B)
Associate committee on aviation medicine -
National Research Council Canada June 8, 1943
report n° C 2512.
41. - GLANZMANN (S.) -
Acta medica Hispanica 1949, 8 , 5
42. - GRANDPIERRE (R.) - Eléments de médecine aéronautique
P. 197 - 202 - ed : exp.Scientifique 1948 -
502 P.

43. - GRANDPIERRE (R.) FRANCK et VIOLETTE -
Soc. Biol. Nancy (à paraître).
44. - GRANDPIERRE (R.) - Echo médical Lorrain.
45. - GREEN (D.M) - Air sickness in bomber crews. J. of.
Av. med. 1943, 14 , 366 à 377.
46. - HAZARD - Précis de thérapeutique et de pharmacologie 1950 p. 81 et 961 et 532. MASSON et Cie
édit. Paris 1359 pages
47. - HAMILTON (H.) - Sodium Arnytal it's value in sea-
sickness. California and West méd. 1932, 36
317 - 318 -
48. - HARBERT (E.) et SCHIFF (M.) U.S.A.F. Médical J.
1950, I 979, 84.
49. - HEMINGWAY (A.) GREEN (E.L) : Air sickness during
early flying training.
J. of.aviat. méd.1945, 16 (6), 409 - 416.
50. - HEMINGWAY (A.) - sélection of men for aeronautical
training base on susceptibility to motion
sickness.
J. Of.Aviat. méd. 1946, 17 , (2) 153.
51. - HEMINGWAY (A.) - Température ambiante et mal de
l'air. J. aviation méd. 1946, 17 n° 1
52. - HEMINGWAY (A.) - The relationship of air sickness
to other types of motion sickness j. aviat.
méd. 1946, 17 , 80-5
53. - HEMINGWAY (A.) - Cardiovascular changes in motion
sickness.
J.aviat. med. 1945, 16 (6) 417 à 421.
54. - HEMINGWAY (A.) - Environmental température and
swing sickness.
j. aviat.med. 1946, 17 , 86-8

55. - HENNY (G.C) and WYCIS (H.T) -
War med. G 1944, P. 283.
56. - HILL (J.) - Practitioner 1937, 138 , 297.
57. - HUMPHREYS (C.) - U.S. Navy med.bull. 1937 - 35
293.
58. - HOLLING (H.E) MC ARDLER (B.) and TROTTER (W.R)
Lancet 1944, 246 , 127.
59. - HOWLETT (J.G), WARDILL (T.E.M) and BRETT (J.R)
Proceedings of the conference on motion
sickness, coordinating committee for medical
research; national research council of
Canada. June 16, 1943. Report n° 2507 et
2508.
60. - INGLE - Seasickness - British medical journal.Sept.
1928.
61. - JOCKES (A.M) - British Flying Personnel Research
committee 1942, report n° 475.
62. - KEEVIL (J.J) - J.Roy Nav. med. Serv. 1935 - 21 216.
63. - KEIL (F.C) - Committee on aviation medicine, report
n° 219. National Research council June 1943.
64. - LANGLOIS (J.P.) et BINET (L.) - Le mal des aviateurs
Nouveau traité de médecine de WIDAL et ROGER
1929 - 2ème édition tome VII - P. 160 à 168
Masson édit.
- 64 bis - LEDOUX - Activités Électriques des nerfs des ca-
naux semi-circulaires du sacculeet de l'utri-
cule chez la grenouille.
Acta oto rhinologyngologica belgica 1949, S N,
p. 335 - 349.
65. - LESBATS - Le mal de mer et sa pathogénie - Thèse Lyon
1925.
66. - LABRAZET - Le syndrome naupathique - Thèse Bordeaux 1924.

67. - LEVEN (G. et R.) - Le mal de mer et son traitement.
La Presse médicale 1932 n° 12.
68. - LEVY - MD. DONOUGH (F.E) and THORNER (M.W)
Committee on aviation medicine report n° 116.
National Research council Decembre 1942.
- 68 bis - LEVY - T. Mil. surgeon 1943, 93 , 147.
69. - LILIENTHAL - The effect. of Hyoscine on air sickness
1945 - Vol. 16 n° 1.
70. - LILIENTHAL - J. Aviation med. 1945, 16 , (2)
71. - LITTAUER - (D.I) and BRUGER (M.H) Report to office
of surgeon general hedquarters of Airborne
Command March 1, 1944 (also used anonymously
by National Research Council on committee on
aeration medicine report n° 285 March 1944).
72. - LITTAUER - National Research council minutes of the
sixth meeting sub-committee on army medical
Research, National Research council of Canada
1943, vol. 8 Nov. 26.
73. - LOBORIT (H.) et MORAND (P.) -
L'acidité cholinesterasique et son rôle probable
dans le mal de mer. Rev. med. Nav. 1946, 1 , (1)
23 - 24.
74. - MAGLADERY - British Flying personnel Research committee
1941. Report n° 410 A.
75. - MAITLAND (G.), FLACK, MARRACK, Observations of seasick-
ness labyrinthie theory and ketosie (med.journal
Janv. 1931).
76. - MALMEJAC (I.) - Médecine de l'aviation - Bases physio-
logiques et physiopathologiques P.224 à 230.
Edit. Masson et Cie Paris 1948, 333 P.
77. - MALMEJAC - LEMAIRE - Le traitement du mal de l'air :
La méd. aéronautique 1947, 2 , (3), 189 - 190.

73. - MANNING (G.W) and STEWART (W.G) - Effect of body position on incidence of motion sickness j.applied physiol. 1 1949 -G 19.
79. - MANNING (G.W) - Associate committee on aviation medical Research; National Research council Canada May 1943. Report n° C 2513.
80. - MATHEWSON (F.A.L) - Proceedings of the conference on motion sickness - National Research council of Canada - Appendix R page 5 a - August 28 - 1942.
81. - MC.DONOUGH (F.E) - Committee of j. aviation medicine Report n° 181 ; National Research council July 1943.
82. - MC.DONOUGH (F.E) - Committee on aviation medicine report n° 102 - National Research council Nov. 1942.
83. - MC. EACHERN (D.), MORTON (G.) and LEHMLANN (P.) seasickness and other forms of motion sickness : general review of War med. 1942, 2 , 410 - 428.
84. - MC. EACHERN (D.) - MORTON (G.) and CIPRIANI - Arch. Neurol. et psychiat. 1947. 57 - 58.
85. - MC. INTYRE (AK) and GARDINER (I.D.A) Royal Australian Air Force Flying Personnel Research Committee report n° 67 1943.
86. - MORTON (G.) - CIPRIANI (A.) et MC. EACHERN (D.) - Mechanism of motion sickness - Arch. neurol. psych. 1947, 57 , 58 - 70
87. - MORTON (G.) - Proceedings of the conference on motion sickness, National Research council of Canada report n° C 746 - August 28 - 1942.
88. - NOBLE (R.L) SELLERS and BEST (C.H) - Treatment of motion sickness; review of therapeutic studies sponsored by national Research council of Canada - Can M.A.J. 1947, 56, 417 à 424.

89. - NOBLE (R.L) - The effect of barbiturates and others substances on motion sickness in dog.
Canada J. Research 1946, E 24, 10 et 1948,
E 26, 283 - 94
90. - NOBLE (R.L) - Proceedings of the second Meeting, Association committee on army medical Research,
National Research council of Canada Nov. 26,
1943, vol. 8.
91. - NOBLE (R.L) - Le mal du mouvement plus spécialement mal de l'air. The practitioner 1948, 160, 453
92. - PARAMORE - Seasickness British méd. j. Juin 1928.
93. - PARK (J.) - British Flying Personnel Research Committee 1943. Report n° 510.
94. - PARKER (J.M) FIELDS (W.S) and SELLERS (L.A)
Proceedings of the conference on motion sickness. Coordinating committee for medical research, National Research council of Canada.
Juin 16 - 1943 - report n° C 4036.
- 94 bis - PLICHET (A.) - Le traitement du mal de l'air. La Presse médicale 8/10/49 n° 63 - P.892.
95. - POZERSKI (E.) - Compte-rendu soc. de biologie 1921
85 , 702.
96. - POPPEN (J.R) - U.S. Nav.med. bull. 1939, 37 , 463.
97. - PORTIER (P.) - Le mal de mer - son mécanisme physiologique, son traitement - Revue scientifique 1923, LXI, 353.
98. - PRIEUR (A.) - Etat actuel de la question du mal de mer - Thèse Paris 1923.
99. - REGNAULT (F.) - Contributions à l'étude du mal de mer. Rev. de méd. et d'hyg. tropicales Paris 1926. XVIII, 12-21.

100. - RICHET et DUBLINEAU - Le mal de mer, traité climatologique Tome II - P. 1200 - 1207 - Masson édit.
101. - RIGAUD (F.) - Le labyrinthe - Etude physiopathologique et clinique - P. 333 à 344 - Baillière Paris 1935.
- 101 bis - RUBIN (H.J) J. of. aviation medicine 1942, 13 - 272.
102. - SALVAT (J.A) - Farmacoterapia actual 1948, 5 ,553.
103. - SELLERS (E.A), PARKER (J.M) et STEPHENSON (N.R) - Proceedings of the fourth Meeting Associate committee on Naval medical Research N.R.C. of Canada.
Appendix F 27 Nov. 1942.
104. - SJOBERG (A.A) - Experimentelle Studien über den Auslösung-mechanismus der seckrankhert - Acta otolaryngologica 1931, 14, 1, 136.
105. - SMITH (P.K) - Proc. soc. exper. biol. med. 1946, 63 206 et 209.
106. - SMITH (P.K) and HEMINGWAY (A.) - Effect. of Hyoscine on swing sickness and on performance. U.S.A.F. school of aviation medicine research Project - report n° 1, 2.3.1946.
107. - SMITH (P.K) - Presents status of drugs for use in motion sickness with particular reference to air sickness.
Rapport Randolph Field Project n° 368, report n° 1 14 Juin 1946 p. 114.
108. - SMITH (P.K) and HEMINGWAY (A.M) -
Proc. soc. exp. Biol. Med. 1946 - 63 - 206.
109. - SMITH (P.K) - J. Of. av. méd. 1946, 17 , 343.
110. - SPIEGEL (E.A), OPPENHEIMER (M.J), HENNY (G.C) and WYCIS (H.T) - War med. 1944, 6 , 283.

111. - STRICKLAND (B.A) HAHN (G.L) and ADLER (A.L)
Studies on air sickness - J. aviation med.
1950, 21, (2) 90 à 97.
112. - STRICKLAND (B.A) and HAHN (GL) - The effectiveness
of Dramamine in the prevention of air sick-
ness-1949, Science 109 , 359.
113. - SYDNEY JONES - Acidosis and acetonoemia in relation
to seasickness - British medical journal
Janvier 1925.
114. - TANON - Mal de mer - La Presse méd. 14 Nov. 1925.
115. - TERRAGOL - Le mal de mer et l'oreille interne
Vie médicale 1923, IV, 236.
116. - TROCENLO - Pathogenesie et etiologica del mal di
mare (Annales di medicina navale e coloniale
del 1926).
117. - TYLER (D.B) - Am. J. physiol. 1946, 146 , 458.
118. - TYLER (D.B), DAVID (B.) - The influence of a plau-
bo body position and medication on motion
sickness - Am; J. physiol. 1946, 146 , 456.
119. - TYLER (D.) - Effect. on marks manship of some mo-
tion sickness - Preparation, containing bar-
biturates and Hyoscine - J. appl. physiol.
1949, 1 , 737 à 742.
120. - TYLER (D.B), MARX (W.) and GOODMAN (J.) -
Proc. soc. exp. Biol. med. 1946, 62, 38
121. - TYLER (D.B) - Am. J. physiol. 1947, 150, 253.
122. - VAINDER (M.) - The use of Histamine in the treat-
ment of seasickness.
U.S. Navy Burneed News letters 1946, 7 ,(12)
13.
123. - VERDOT - Le mal de mer mental - Thèse Paris 1927
n° 493.

124. - WENDT (G.R) - Committee on aviation medicine Final Report, National Research Council 1945.
125. - WENDT (G.R) - Of what importance are psychological factors in motion sickness ? J. of. aviation medicine 1948 - 19 , 24.
126. - WOLF (S.) - J. clin. Invest 1943, 22 , 877.
127. - WEINER (W.L) - Effectiveness of Newer Drugs in seasickness. U.S.A.F. Med. J. 1950, 2 , (5), 570 à 577.
128. - WILGEL - Seasickness - Brit. med. J. Mai 1928.
129. - ZILVERMAN (I.K) - Arch. sci. Biol. (U.S.S.R) 1940, 60, 37 et 41.
130. - ZORAB (W.G) - Guy's Hosp. gaz. 1939, 53 , 116.
131. - ZWERLING (I.) - A note of Wendt's views of the importance of psychological factors in motion sickness. J.of. Aviat. Med. 1949 - 20 (1) 63 - 72.

TABLE DES MATIERES

	pages
Introduction	21
1er Chapitre.	
Définition. Rappel de quelques notions de mécanique	23
2ème Chapitre.	
Fréquence du mal de l'air. Comparaison avec les autres modes de déplacement	29
3ème Chapitre.	
Etude clinique et formes cliniques	35
4ème Chapitre.	
Les recherches expérimentales. Leurs valeurs	39
5ème Chapitre.	
Etiologie du mal de l'air	51
6ème Chapitre.	
Prophylaxie et traitement	61
Conclusions	83
Bibliographie	85

SERMENT d'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes chers condisciples, je promets et je jure au nom de l'Etre Suprême d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis resté fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes frères si j'y manque.

- E R R A T A -

- Page 18 : Lire " Nos remerciements "
- Page 29 : 3ème paragraphe - Lire " leurs 10 premiers vols "
- Page 34 : 4ème paragraphe - Lire " le test des balançoires "
- 5ème paragraphe - Lire " et les antécédents des sujets vis à vis du mal de l'air "
- Page 47 : Titre dernier paragraphe -
Lire " labyrinthique "
- Page 49 : 1er paragraphe - Lire " s'exerçant "
- Page 53 : 6ème ligne - Lire " pneumogastrique "
- Page 62 : 5ème paragraphe - Lire " leur efficacité paraît être très limitée "
- Page 66 : 2ème paragraphe - Lire " administré "
- Page 79 : Paragraphe 2) - Lire " utilisée "
- Page 86 : Bibliographie - Lire " choc colloïdo clasique "
15 bis

